

Trabajo de Final de Máster
Máster en Supply Chain, Transport and Mobility

**Desarrollo de un modelo causal para las
operaciones de handling en aeropuertos**

MEMORIA

Autor: Borja Vallejo Basualdo
Director/es: Francesc Robusté Antón
César Trapote Barreira
Convocatoria: Septiembre 2016



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resumen

En este Trabajo Final de Máster se plantea el desarrollo de una herramienta que permita a los distintos agentes implicados en los diferentes procesos aeroportuarios analizar las situaciones que pueden darse dentro del espacio aeroportuario desde un punto de vista operativo y estratégico.

En primer lugar, para el análisis operativo de las operaciones aeroportuarias, se ha desarrollado una herramienta de asignación de recursos a cada operador de handling presente en un aeropuerto de estudio. Esta asignación vendrá marcada por el número de operaciones que este está dispuesto a asumir sobre el total de operaciones en la hora punta.

Para ello, se han desarrollado diferentes escenarios con distintos niveles de captación de operaciones en hora punta, asignando los recursos necesarios para abordar dichas operaciones y calculando, para cada uno de estos escenarios, los costes fijos y variables asociados a la utilización de los citados recursos. Además, se han planteado distintos escenarios de precios a los cuales cada una de las empresas de handling ofrece sus servicios a las aerolíneas, con el fin de obtener unas curvas de ingresos para cada una de dichas estrategias tarifarias. Con todo ello, se ha calculado finalmente los beneficios que se obtendrían para cada uno de los escenarios de precios propuestos y los costes previamente calculados.

En segundo lugar, para el análisis estratégico del problema aeroportuario, se ha planteado un análisis de competitividad entre las dos empresas de handling presentes en el mercado con el fin de conocer, para los distintos escenarios de captación de operaciones y las distintas propuestas tarifarias, las estrategias a plantear frente a su competidor para la repartición del mercado.

Para ello se ha recurrido a un equilibrio de Nash, donde mediante dos matrices de payoff, una para cada empresa, se ha buscado aquellas soluciones factibles al problema y que además cumplieran la condición de que entre ambas empresas, dieran respuesta a la totalidad de las operaciones que tienen lugar en el día seleccionado del aeropuerto de estudio.

Como conclusión principal decir que se ha conseguido llevar a cabo la herramienta que responda a los objetivos planteados al comienzo de este TFM de manera satisfactoria, la cual, ha permitido observar detalles de cómo varía la preparación de las empresas según que volumen de negocio quieran responder, así como observar la forma en que ambas empresas se reparte el mercado de la manera más beneficiosa para ambas.

Por último, en el transcurso del desarrollo de este TFM se han encontrado nuevas líneas de futura investigación que en caso de desarrollarse, permitirían continuar la búsqueda de optimización de los distintos procesos y operaciones que tienen lugar dentro del espacio aeroportuario.

Sumario

RESUMEN	1
SUMARIO	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Presentación de recursos	12
1.2. Objetivos del proyecto	13
1.3. Alcance del proyecto.....	14
2. ESTADO DEL ARTE	15
3. METODOLOGÍA	19
3.1. Asignación de recursos de empresas de handling	19
3.1.1. Programa de vuelo (" <i>Flight Schedule</i> ")	19
3.1.2. Análisis del día seleccionado	21
3.1.3. Asignación de puerta de embarque/desembarque y cinta	23
3.1.4. Asignación de vuelo a empresa de handling.....	26
3.1.5. Asignación de recursos.....	29
3.1.6. Cálculo de costes.....	36
3.2. Análisis de competitividad entre dos empresas de handling	44
CONCLUSIONES	51
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.	55
AGRADECIMIENTOS	56
BIBLIOGRAFÍA	57
Referencias bibliográficas	57
Bibliografía complementaria	58

Índice de figuras

Figure 1 Lay-out de disposición de agentes de procesos handling en un Boeing 777. FUENTE: Boeing 777 Características para Planificación Aérea.....	10
Figure 3 Aeronaves estacionadas en stand en contacto (finger).....	10
Figure 4 Aeronaves estacionadas en stand remoto	11
Figure 5 Layout Aeropuerto de estudio	11
Figure 6 Imagen de una jardinera para el transporte de pasajeros	12
Figure 7 Vehículo porta-equipajes (wagon).....	12
Figure 8 Personal de compañía handling.....	13
Figure 2 Procesos presentes en una escala de aeronave según Ashford (2005)	15
Figure 9 Ejemplo de Programa de vuelo de un Aeropuerto AENA.....	19
Figure 10 Plano de detalle e imagen del Boeing 717 (Fuente: Wikipedia)	20
Figure 11 Plano de detalle e imagen del Boeing 737-800 (Fuente: Wikipedia)	20
Figure 12 Plano de detalle e imagen del Boeing 757-200 (Fuente: Wikipedia)	20
Figure 13 Histograma de operaciones por hora en el día seleccionado.....	21
Figure 14 Operaciones acumuladas a lo largo del día seleccionado	22
Figure 15 Asignación a módulo de estacionamiento.....	24
Figure 16 Imagen de registro histórico de asignación de cintas.....	26
Figure 17 Histograma ejemplo con la asignación de operaciones a cada compañía de handling.....	28
Figure 18 Tiempo de procesos de handling en una escala de un A-320 según Gorejova	35
Figure 19 Vista del registro histórico de uso de recursos	36
Figure 20 Costes de las empresas 1 y 2 según operaciones asumidas en hora punta.....	40
Figure 21 Ejemplo de tabla de ingresos según estrategia de precios y operaciones asumidas.....	41

Figure 22 Curvas de ingresos para las empresas 1 y 2 según estrategia de precios.....	42
Figure 23 Ejemplo de tabla de beneficios según estrategia de precios y operaciones asumidas.....	43
Figure 24 Curvas de beneficios para las empresas 1 y 2 según estrategias de precios	44

Índice de Tablas

Tabla 1 Tabla de operaciones a la hora, en el día seleccionado	22
Tabla 2 Tabla de datos de operaciones acumuladas en el día seleccionado	23
Tabla 3 Tabla de registro histórico de asignación de módulo y puerta	25
Tabla 4 Tabla ejemplo de asignación de módulo y puerta.....	25
Tabla 5 Ejemplo de tabla de asignación de cintas transportadoras a vuelos.....	26
Tabla 6 Tabla con número de operaciones/hora asumidas por cada empresa en función del límite impuesto por la 1	27
Tabla 7 Tabla ejemplo de asignación a empresa de handling.....	29
Tabla 8 Ejemplo de tabla de tiempos de viaje de pasajeros desde cada puerta hasta las cintas	33
Tabla 9 Tabla ejemplo de recursos asignados y tiempo de final de su última actuación	33
Tabla 10 Tabla ejemplo de Costes fijos y variables asociados a cada recurso	38
Tabla 11 Tabla ejemplo que con el número de recursos necesarios y el número de veces que se ha empleado cada uno	39
Tabla 12 Tabla ejemplo con los costes fijos y variables asociados a cada recurso y el coste total de la empresa de handling	39
Tabla 13 Estrategias de precios de empresas de handling	41
Tabla 14 Ejemplo de tabla de payoff según estrategia de precios y operaciones asumidas	45
Tabla 15 Ejemplo de matriz de 1/0 de búsqueda de máximo Payoff	48
Tabla 16 Tabla de búsqueda de equilibrio de Nash	49
Tabla 17 Tabla de búsqueda de equilibrio de Nash	53
Tabla 18 Tabla de solución al equilibrio de Nash	53

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Asignación a empresa de handling	28
Ecuación 2 Fórmula cálculo tiempo de fin actividad de vagón portaequipajes.....	34
Ecuación 3 Fórmula cálculo tiempo de fin actividad de la jardinera	34
Ecuación 4 Fórmula de costes totales	37
Ecuación 5 Fórmula de costes fijos.....	37
Ecuación 6 Fórmula de cálculo de costes de personal	37
Ecuación 7 Fórmula de cálculo de costes de equipos	37
Ecuación 8 Fórmula de costes variables.....	37
Ecuación 9 Fórmula de cálculo del consumo	38
Ecuación 10 Fórmula de cálculo del coste de energía.....	38
Ecuación 11 Fórmula de cálculo de los ingresos operacionales	41
Ecuación 12 Fórmula de cálculo del beneficio	42
Ecuación 13 Reparto de payoff en igualdad de precios	45
Ecuación 14 Reparto de payoff en condiciones de menor nº operaciones a captar y menor precio	46
Ecuación 15 Reparto de payoff en igualdad de operaciones y gran diferencia de precios.....	46
Ecuación 16 Reparto de payoff en caso de no cubrir todas las operaciones para las que se equipa ..	46
Ecuación 17 Selección del máximo payoff de cada estrategia para cada empresa.....	47

1. Introducción

Las operaciones de handling son una parte importante dentro del sistema aeroportuario, tanto por los entes que involucran, por el espacio que requieren, como por el impacto directo sobre otras operaciones de flujo de personas y carga que tienen.

Es importante diferenciar dos tipos de handling dentro del sistema aeroportuario, el handling de rampa y el handling de carga.

- **Handling de rampa:** prestación de servicios requeridos por las aeronaves durante sus escalas en los aeropuertos. Incluye algunos de los siguientes servicios: carga y descarga de equipajes, arrastre y empuje de aeronaves, servicios de agua potable y residual, limpieza de cabinas de pasajeros y tripulantes, equipos auxiliares, grupos neumáticos, eléctricos y acondicionadores de aire, transporte de pasajeros y tripulaciones entre aeronave y terminales, etc.
- **Handling de carga:** prestación de servicios de custodia, manejo y entrega de la mercancía en la terminal. Incluye alguno de los siguientes servicios: manejo de documentación (Importación/Exportación), manejo de carga especial, servicio de almacenaje, manejo de correo, consolidación de carga, carga y descarga de ULD (Unidades de Carga), control de inventario, carga y descarga de camiones, servicios de entrega rápida, manejo de mercancías peligrosas, etc.

La colocación y coordinación de todos los entes implicados en los procesos de handling es vital para la correcta gestión de las operaciones aeroportuarias, así como para la reducción de costes. En la siguiente figura se muestra un lay-out de la colocación en la que han de disponerse los agentes para cada uno de los distintos procesos:

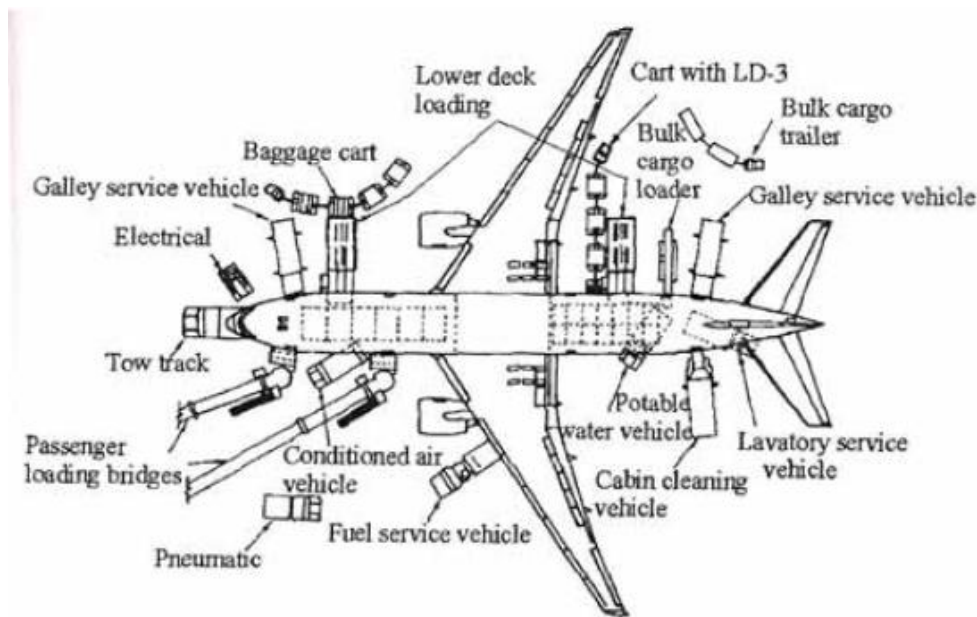


Figure 1 Lay-out de disposición de agentes de procesos handling en un Boeing 777. FUENTE: Boeing 777 Características para Planificación Aérea.

En el caso de este Trabajo Fin de Máster, la categoría de handling que se trabajará será la referida a handling de rampa, ya que se tendrán en cuenta vuelos destinados al transporte de pasajeros y a la gestión del equipaje de los mismos.

Es necesario indicar que para la gestión del flujo de pasajeros es muy importante conocer el lugar de embarque de los mismos al avión, ya que de ello dependerá la asignación de equipos de handling. El embarque de pasajeros puede realizarse de dos maneras diferentes, mediante stand en contacto (o "finger") o stand remoto:

- **Stand en contacto:** posicionamiento de la aeronave en las proximidades a la terminal y conexión a la misma mediante equipamiento propio de la terminal (pasarelas o "fingers"), sin necesidad de transportar a los pasajeros.



Figure 2 Aeronaves estacionadas en stand en contacto (finger)

- **Stand remoto:** posicionamiento de la aeronave fuera de las proximidades de la terminal, sin

conexión mediante equipamiento propio de la terminal, siendo necesario el empleo de vehículos de gran capacidad para el transporte de pasajeros desde la terminal hasta el punto de estacionamiento de la aeronave.



Figure 3 Aeronaves estacionadas en stand remoto

Para el desarrollo de este TFM se empleará un aeropuerto de la red de AENA en España, el cual por asuntos de confidencialidad de los datos se mantendrá en el anonimato. El lay-out de este aeropuerto con la localización de los distintos stands remotos (puertas de acceso a los mismos) y de contacto se muestra a continuación:



Figure 4 Layout Aeropuerto de estudio

1.1. Presentación de recursos

Para el desarrollo de todas las operaciones del handling de rampa es necesario el empleo de un equipo tanto humano como material, el cual, empleado de manera eficiente, ayude a optimizar los procesos generales de flujos de personas y carga dentro del sistema aeroportuario. Es por esto que, la situación de la aeronave tanto en el proceso de salida como de llegada de vuelos, afectan directamente a la cantidad y disposición de recursos de handling para realizar las operaciones.

Los recursos que ponen a disposición las distintas empresas de handling y que se tendrán en cuenta dentro de este TFM como claves para el desarrollo de las operaciones son los siguientes:

- **Jardineras ("coaches"):** vehículos de gran capacidad para el transporte de pasajeros desde las inmediaciones de la terminal hasta el punto de estacionamiento de la aeronave en stand remoto, y viceversa. Estos vehículos son manejados, cada uno, por una persona de la compañía de handling.



Figure 5 Imagen de una jardinera para el transporte de pasajeros

- **Carros porta-equipajes ("wagons"):** vehículos destinados al transporte de equipajes desde la posición de estacionamiento de la aeronave al punto de gestión de maletas dentro de la terminal, y viceversa. Estos vehículos son manejados, cada uno, por una persona de la compañía de handling.



Figure 6 Vehículo porta-equipajes (wagon)

- **Personal ("personnel"):** personal de handling dedicado a realizar las operaciones de carga y descarga de equipajes y gestión de pasajeros. Según el tamaño del avión y el número de pasajeros transportados, se elegirá la cantidad de personal necesaria para realizar la operación.



Figure 7 Personal de compañía handling

Además del equipo que va a considerarse para el desarrollo del TFM, existen otros equipos los cuales son de vital importancia en el desarrollo de las operaciones de handling aeroportuarias y que no se han tenido en cuenta en este ejercicio como pueden ser:

- Escaleras de acceso a aeronaves: cuando los vuelos tienen en lugar en stand remoto
- Equipos de reposición de combustible
- Equipos de reposición de agua mineralizada
- Tractores de arrastre de aeronaves
- Equipos de limpieza de aeronaves
- Equipos de deshielo, etc.

1.2. Objetivos del proyecto

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es el de convertirse en una herramienta de análisis tanto operacional como estratégico, que permita entender cómo funciona en detalle el sector del handling aeroportuario.

Se busca que sea una herramienta operacional desde el punto de vista que permita conocer la dotación de recursos que una empresa de handling necesita disponer para asumir un determinado número de operaciones por hora en un determinado día.

Este hecho, permitirá conocer al gestor de la compañía conocer los costes e ingresos obtenibles a partir del número de operaciones que se quiera asumir.

Por otro lado, se busca que sea una herramienta de carácter estratégico que permita conocer como dos empresas presentes en un mercado de handling aeroportuario se reparten el volumen de

operaciones a partir de las estrategias de operaciones captadas y de precios de servicio que tanto una como otra plantean, siempre teniendo en mente que han de satisfacer todas las operaciones con la mayor eficacia posible.

Por último, se pretende que este proyecto sirva de base para el planteamiento de nuevos estudios en el tema del handling portuario que permitan buscar la optimización en la gestión de las diferentes operaciones que tienen lugar en el espacio aeroportuario.

1.3. Alcance del proyecto

Este TFM pretende mostrar las pautas para la optimización del sistema general aeroportuario actual a través de la optimización en la captación de operaciones por las distintas empresas dedicadas al handling en un aeropuerto de la red de AENA en España, para posteriormente poder ser aplicado en el resto de aeropuertos.

Además, pretende mostrar como mediante un análisis de competitividad, dos empresas se reparten el mercado de manera que ambas obtengan la mayor rentabilidad posible de las operaciones que están dispuestas a captar, y a partir de las estrategias de precios que plantean.

2. Estado del arte

El correcto desarrollo de las operaciones de handling tiene un impacto muy positivo dentro del funcionamiento general del sistema aeroportuario.

Dentro de los procesos de handling que tienen lugar en una escala de una aeronave de pasajeros conviven tanto labores de mantenimiento (deshielo, reposición de combustible, limpieza,...) como de gestión de pasajeros (escaleras para el embarque-desembarque, check-in,...) como de gestión de equipajes (facturación, carga-descarga de maletas, traslado hasta la aeronave,...). Una visión general de todas las actividades que tienen lugar dentro de una escala puede observarse a continuación en el gráfico ofrecido por Ashford [13]:

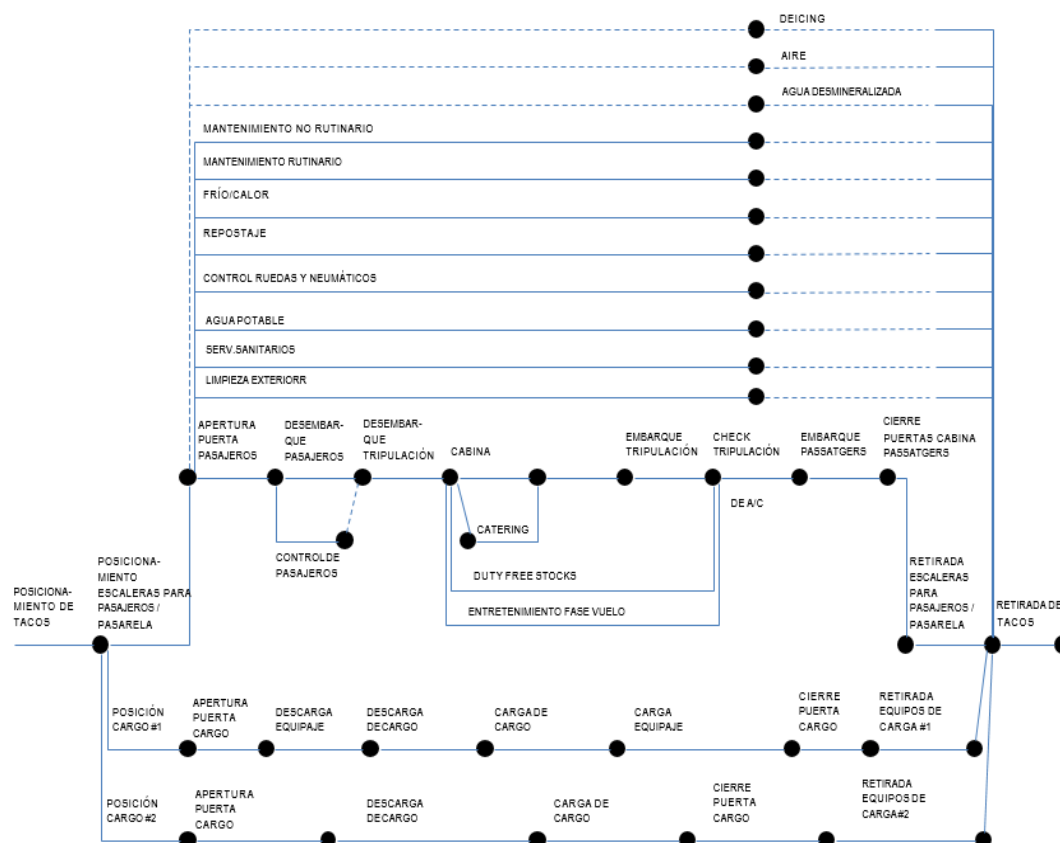


Figure 8 Procesos presentes en una escala de aeronave según Ashford (2005)

Muchas son las empresas, incluidas aerolíneas que han definido manuales de procedimientos para el correcto desarrollo de las operaciones, desde el proceso de check-in y facturación de pasajeros, hasta cómo han de colocarse los operarios de handling para la realización de las actividades. Uno de estos manuales que ha servido de referencia para el desarrollo de este trabajo y que tiene un carácter open source es el manual de la aerolínea TITAN [6]. En él se describe la forma de actuar ante cada uno de los procesos de handling que pueden tener lugar en el desarrollo de las

operaciones, de manera que el personal destinado a operar dichos vuelos, actúe de la manera idónea planteada por la compañía para la gestión de sus vuelos.

Por otro lado, desde el mundo académico y desde las instituciones gubernamentales se ha dado mucha importancia a trabajos para intentar optimizar aspectos ligados directa o indirectamente con el desarrollo de las operaciones de handling.

En el proyecto TITAN [1] financiado con fondos europeos, se estudia como un buen conocimiento de la posición de la aeronave en los procesos de acercamiento al entorno aeroportuario, además de facilitar el control del espacio aéreo para los encargados de la gestión de pistas del aeropuerto y así evitar posibles conflictos, permite gestionar de manera más eficiente la preparación y colocación de los agentes de handling encargados de gestionar dicho vuelo, de manera que los procesos tengan lugar con la mayor velocidad y precisión posibles.

Steer Davies en su documento "Study on airport ownership and management and the ground handling market in selected non-EU countries" [3], encargado desde la DG Move de la Unión Europea, presenta un análisis exhaustivo del funcionamiento de distintos aeropuertos fuera del terreno europeo, así como de la gestión y operativa de distintas empresas encargadas del handling y de reconocido prestigio internacional, con el fin de dar claves para la optimización del funcionamiento de los aeropuertos dentro del espacio Comunitario Europeo.

Este mismo autor, fue el encargado de desarrollar otro documento de análisis, en este caso el "Study on employment and working conditions in air transport and airports" [2] también dirigido desde la DG Move, con el objetivo de estudiar las condiciones de trabajo para los distintos procesos que tienen lugar dentro del entorno portuario, y de los costes que los mismos suponen para las empresas que han de asumirlo. Se tienen en cuenta aspectos como: horarios de trabajo, como lugares de desarrollo de la actividad laboral, salarios pagados, etc.

Desde la Universidad de Hamburgo (Alemania) se han desarrollado varios trabajos de final de Máster o de Doctorado, guiados por expertos en materia aeroportuaria cuyo objetivo ha sido la optimización de diversos procesos. Entre ellos puede destacarse el Proyecto Final de Máster realizado por Sanz, "Study on employment and working conditions in air transport and airports" [11], la cual crea un escenario de simulación de las operaciones de handling a partir de videos filmados en diferentes aeropuertos de Alemania, con el fin de estudiar la mejora de los mismo respecto a cómo se realizan las operaciones actualmente.

Otro trabajo de gran interés proveniente del Departamento de Ciencias Aplicadas de la Universidad de Hamburgo, es el desarrollado por Scholz y Gómez en su paper "Improvements to ground handling operations and their benefits to direct operating costs" [10], en el cual plantean la relación directa que existe entre una optimización de las operaciones de handling que tienen lugar en un aeropuerto y los

ahorros en los costes operativos que supone para una aerolínea dicha mejora. Para ello plantean una metodología de actuación para la mejora de procesos de handling de manera que sea perfectamente traducible a términos de costes para la empresa.

Desde otra entidad académica como es la Universidad de Wroclaw (Polonia), Kierzkowski y Kisiel, en su paper "Conception of logistic support model for the functioning of a ground handling agent at the airport" [9], presentan un modelo logístico de actuación de un operador de handling. Dicho modelo permite un análisis multi-criterio de aspectos de efectividad del agente teniendo en cuenta aspectos como el flujo de vuelos, el programa de vuelos, las distancias, etc.

Desde Barcelona también se han desarrollado grandes trabajos de análisis del sistema aeroportuario y de planteamientos de mejora de los procesos que en él tienen lugar.

Desde la UAB, mediante un proyecto final de grado Alejandro Agustí, "Gestión de recursos de handling en aeropuertos congestionados" [4], de la escuela de Ingenieros Aeronáuticos, ha desarrollado un modelo de simulación de operaciones de handling el cual permite analizar la incidencia en la operativa de situaciones tales como el retraso de una aeronave en los tiempos de procesos, en el tiempo de recorrido hasta su nueva posición de parking,...todo ello a través de una herramienta que muestra los resultados mediante gráficas y tablas fácilmente interpretables por el usuario y la cual está alimentada a través de ficheros externos, haciendo de ella una herramienta más accesible y confortable para el global de usuarios.

Por último y quizás uno de los más importantes trabajos en esta temática desarrollado de la UPC, dado que se desarrolló cuando la importancia puesta sobre el tema del handling era casi inapreciable, se encuentra el trabajo "Gestión del equipaje en aeropuertos"[8], del Catedrático de Transportes y director de este TFM, Francesc Robusté. En él se realiza un análisis completo de cada uno de los procesos que componen el handling desde un punto de vista operativo, analizando procesos mediante el desarrollo de teorías de colas, como desde un punto organizativo de gestión del personal dedicado a una de las operaciones que conforman el handling.

Estos son algunos de los artículos que más han influido en el desarrollo de este trabajo, pero muchos otros han sido estudiados o consultados y han aportado. Todos ellos han contribuido en cierta medida, al desarrollo del presente TFM.

3. Metodología

3.1. Asignación de recursos de empresas de handling

3.1.1. Programa de vuelo ("*Flight Schedule*")

En primer lugar es necesario conocer el horario de vuelos de un determinado día en el aeropuerto de estudio. Para ello, se ha recurrido a la página web oficial de AENA¹ la cual nos ofrece por horas la programación de vuelos de los distintos aeropuertos que la componen con información como la ETA/ETD (Estimated Time of Arrival/Departure), el código de vuelo, el origen o destino, la compañía que lo realiza y la terminal de aterrizaje/despegue. A continuación se muestra un ejemplo de Plan de Vuelo:

Hora	Vuelo	Destino	Compañía	Terminal
06:25	IBK6770	MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ (MAD)	NORWEGIAN AIR INTERNATIONAL	N
06:25	IBK6788	BARCELONA-EL PRAT (BCN)	NORWEGIAN AIR INTERNATIONAL	N
06:25	RYR2052	MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ (MAD)	RYANAIR	N
06:30	RYR7197	HAMBURGO (HAM)	RYANAIR	N
06:30	RYR6363	BARCELONA-EL PRAT (BCN)	RYANAIR	N
06:40	RYR5676	MÁLAGA-COSTA DEL SOL (AGP)	RYANAIR	N
06:45	BER7659	HANNOVER (HAJ)	AIR BERLIN INC.	N
06:50	AEA6052	MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ (MAD)	AIR EUROPA	N

Figure 9 Ejemplo de Programa de vuelo de un Aeropuerto AENA

En segundo lugar, existe una gran variedad de aviones comerciales surcando los cielos, por lo que, con el objetivo de clasificar las operaciones en vuelos de pequeño, mediano y gran tamaño se ha procedido a homogeneizar los aviones que operan cada vuelo en 3 aviones tipo. Los modelos elegidos pertenecen a la compañía Boeing y presentan las siguientes características:

- **Aviones de pequeño tamaño.** Se empleará como avión tipo el modelo 717, el cual dispone de una capacidad aproximada de 120 pasajeros.

¹ www.aena.es

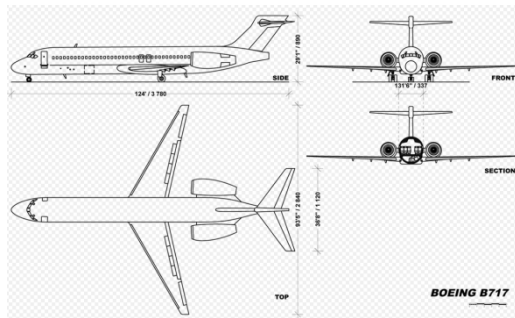


Figure 10 Plano de detalle e imagen del Boeing 717 (Fuente: Wikipedia)

- **Aviones de mediano tamaño.** Se empleará como avión tipo el modelo 737-800, el cual dispone de una capacidad aproximada de 180 pasajeros.

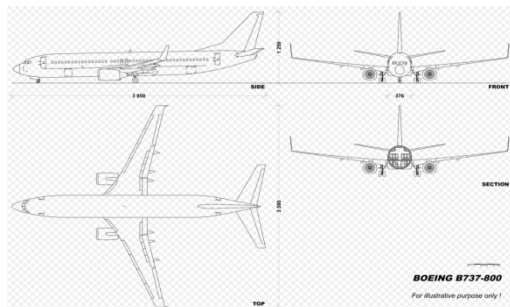


Figure 11 Plano de detalle e imagen del Boeing 737-800 (Fuente: Wikipedia)

- **Aviones de gran tamaño.** Se empleará como avión tipo el modelo 757-200, el cual dispone de una capacidad aproximada de 250 pasajeros.

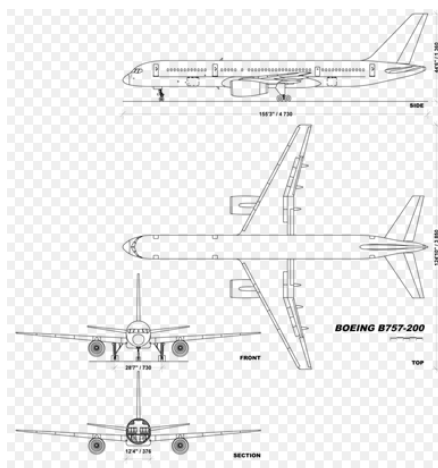


Figure 12 Plano de detalle e imagen del Boeing 757-200 (Fuente: Wikipedia)

3.1.2. Análisis del día seleccionado

Se ha seleccionado un día en el que el aeropuerto de estudio realizó un total de 988 operaciones, de las cuales 482 operaciones fueron de llegada al aeropuerto, mientras que 506 fueron de salida del mismo.

Por las estadísticas del número de operaciones manejadas puede situarse el día como un día de verano en el que los vuelos registrados según su origen o destino se reparten de la siguiente forma:

- 158 vuelos con origen/destino internacional en zonas No-Schengen, gestionados en el módulo A del aeropuerto
- 95 vuelos con origen/destino en territorio nacional bien en aeropuertos de las Islas Baleares o en aeropuertos peninsulares de menor movimiento de pasajeros, gestionados en el módulo B del aeropuerto.
- 498 vuelos con origen/destino internacional en zona Schengen, gestionados en el módulo C del aeropuerto.
- 237 vuelos con origen/destino en territorio nacional en aeropuertos de mayor movimiento de pasajeros, gestionados en el módulo D del aeropuerto.

A continuación se muestra el histograma con los vuelos programados para el día seleccionado en el aeropuerto de estudio.

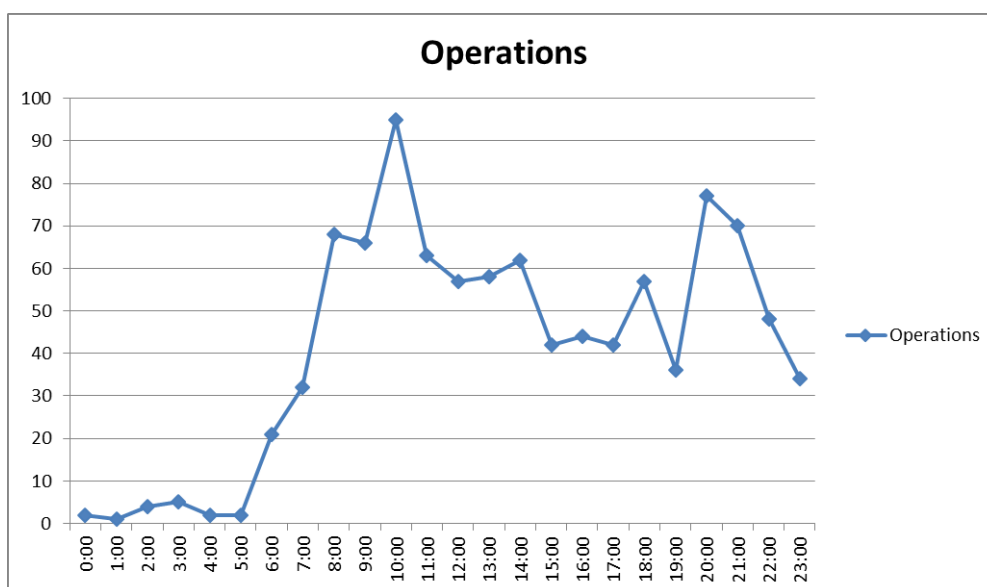


Figure 13 Histograma de operaciones por hora en el día seleccionado

La tabla de operaciones por hora se muestra a continuación:

Hour	Operations
0:00	2
1:00	1
2:00	4
3:00	5
4:00	2
5:00	2
6:00	21
7:00	32
8:00	68
9:00	66
10:00	95
11:00	63
12:00	57
13:00	58
14:00	62
15:00	42
16:00	44
17:00	42
18:00	57
19:00	36
20:00	77
21:00	70
22:00	48
23:00	34

Tabla 1 Tabla de operaciones a la hora, en el día seleccionado

Por último se muestra el diagrama de operaciones acumuladas para el día de estudio.

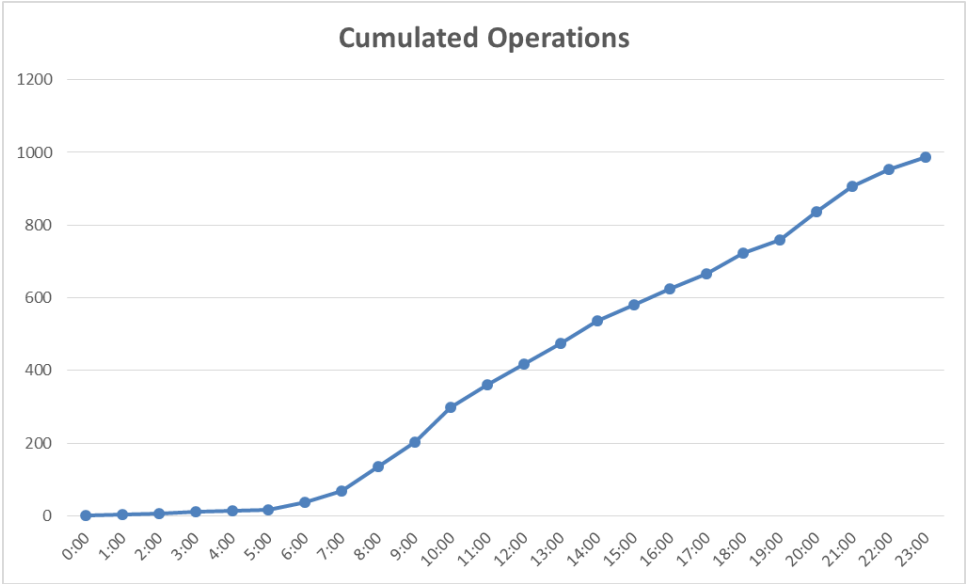


Figure 14 Operaciones acumuladas a lo largo del día seleccionado

El cual se corresponde con la siguiente tabla de operaciones acumuladas:

Hour	Cumulated operations
0:00	2
1:00	3
2:00	7
3:00	12
4:00	14
5:00	16
6:00	37
7:00	69
8:00	137
9:00	203
10:00	298
11:00	361
12:00	418
13:00	476
14:00	538
15:00	580
16:00	624
17:00	666
18:00	723
19:00	759
20:00	836
21:00	906
22:00	954
23:00	988

Tabla 2 Tabla de datos de operaciones acumuladas en el día seleccionado

Como puede observarse tanto en el histograma como en la pendiente de la curva de operaciones acumuladas, los momentos en lo que se produce un pico en el número de operaciones gestionadas por el aeropuerto se encuentran en el intervalo de las 10 a las 11 de la mañana con un total de 95 operaciones, y en el intervalo de las 20 a las 21 horas donde se realizaron un total de 77 operaciones.

Además, puede observarse el momento valle que se produce a lo largo del día en el periodo de tiempo comprendido entre las 14 y las 18 horas, y un valle fuerte y puntual en el intervalo de las 18 a las 19 horas.

Con estos datos se puede indicar que el número medio de operaciones hora a lo largo del día seleccionado para el aeropuerto de estudio fue de 41 operaciones/hora.

3.1.3. Asignación de puerta de embarque/desembarque y cinta

Una vez se conoce el Programa de vuelo y se han analizado los datos del día seleccionado, se procede a la asignación de puerta de embarque/desembarque así como a la cinta de recogida de equipaje.

Para ello, en la selección de puerta y cinta se seguirá el método del "primero libre" optimizando así el uso de los recursos aeroportuarios disponibles.

Para ello se empleará una macro de Excel que, a partir del ETA o ETD (“*Estimated Time of Arrival/Departure*”) de cada vuelo, asigne la puerta y cinta a usar en función del tiempo en que estas queden disponibles.

Cabe recordar que tal y como se mostró en la imagen **Figure 4**, el aeropuerto de estudio cuenta con cerca de cien puertas (entre stand remoto y en contacto) y 16 cintas de recogida de equipajes, para la gestión de todos los vuelos programados.

Para la asignación de puertas se han tenido en cuenta el procedimiento habitual en el aeropuerto de estudio según la procedencia del vuelo tal como se explicó en la página 21, Análisis del día seleccionado apartado 3.1.2, de este TFM, y que se detalla más a continuación:

- **Módulo A:** vuelos internacionales con origen o destino en zonas No Schengen (incluidas Inglaterra e Irlanda). Puertas de A1 - A28.
- **Módulo B:** vuelos nacionales a pequeños aeropuertos (o con poco movimiento habitual de pasajeros) y a Islas Baleares pequeñas. Puertas de B30 - B37.
- **Módulo C:** vuelos internacionales a zonas Schengen. Puertas de B38 - B73.
- **Módulo D:** vuelos nacionales a aeropuertos con mayor movimiento de pasajeros. Puertas de B80 - B99.

Así pues, se ha creado una macro de Excel la cual lee los datos de cada vuelo referentes al origen o destino del vuelo en cuestión a través de su código IATA, reconociendo si se trata de un vuelo nacional o internacional. Una vez reconocido la nacionalidad del vuelo, estudia si se trata de un vuelo a aeropuerto de mayor o menor importancia (en caso de aeropuertos españoles) o a zona Schengen o no, en el caso de vuelos internacionales y le asigna un módulo en función de los criterios mencionados en el párrafo anterior.

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 737	C

Figure 15 Asignación a módulo de estacionamiento

Una vez asignado el módulo, la macro estudia en qué puerta se sitúa el vuelo, acudiendo al históricos de uso de puertas situado en la misma hoja de Excel y siguiendo siempre el orden de la primera libre. El criterio que se ha tenido en cuenta es el de ligar una operación de llegada, con una de salida, de manera que en las puertas nunca se produzca la asignación de dos vuelos con las mismas operaciones.

En el caso de que el vuelo sea de llegada, se ha establecido como criterio que la separación en tiempo desde la salida del vuelo anterior que ocupaba dicha puerta sea de 10 minutos desde su salida. Mientras, en el caso de que el vuelo sea de salida se considera que la separación en tiempo

necesario desde la llegada del vuelo anterior tiene que ser de 30 minutos, para realizar todo el proceso de embarque y alejamiento de la aeronave. Debe mencionarse que estos son criterios de funcionamiento óptimo, en el caso de querer considerar una componente de fallo debiera de añadirse un tiempo adicional.

	Operation Module A	Time		Operation Module B	Time		Operation Module C	Time		Operation Module D	Time
1	Departure	23:58:00	30	Arrival	22:21:00	38	Departure	23:32:00	80	Arrival	23:59:00
2	Arrival	23:46:00	31	Departure	21:56:00	39	Departure	23:34:00	81	Arrival	22:28:00
3	Arrival	23:53:00	32	Arrival	21:48:00	40	Arrival	23:17:00	82	Arrival	22:29:00
4	Departure	23:52:00	33	Arrival	22:28:00	41	Arrival	22:55:00	83	Arrival	22:34:00
5	Departure	23:54:00	34	Arrival	22:48:00	42	Arrival	23:20:00	84	Arrival	23:04:00
6	Arrival	23:10:00	35	Arrival	22:50:00	43	Arrival	23:23:00	86	Arrival	23:12:00
9	Arrival	23:15:00	36	Arrival	22:59:00	44	Arrival	23:35:00	87	Arrival	23:13:00
10	Arrival	23:20:00	37	Arrival	23:11:00	45	Departure	23:04:00	88	Arrival	23:18:00
11	Arrival	23:25:00				46	Departure	21:48:00	89	Arrival	23:25:00
12	Arrival	23:59:00				48	Departure	21:27:00	90	Arrival	23:28:00
13	Departure	22:42:00				50	Departure	21:58:00	91	Arrival	23:29:00

Tabla 3 Tabla de registro histórico de asignación de módulo y puerta

Operatio n	Compan y	Flight	Origin/Destinatio n	National / Internationa l	Estimate d Time	Avión	Modul e	Puert a
Arrival	ISF1	ISF1_ 1	KEF	International	0:02:00	Boeing 737	C	38
Departure	ISF1	ISF1_ 2	ALC	National	0:48:00	Boeing 737	D	80

Tabla 4 Tabla ejemplo de asignación de módulo y puerta

En el caso de las cintas transportadoras destinadas al acarreo del equipajes de los pasajeros, se considerará que las 16 cintas de las que dispone el aeropuerto de estudio tienen las mismas probabilidades de ser asignadas ya que no se realiza distinción, ni dependiendo del tipo de vuelo (nacional/internacional) ni del número de pasajeros que lleve dicho vuelo, a la hora de asignar una cinta transportadora u otra.

	Operation	Time
1	Departure	0:14:00
2	Arrival	23:59:00
3	Arrival	0:00:00
4	Departure	0:01:00
5	Arrival	0:01:00
6	Arrival	0:02:00
7	Arrival	22:37:00
8	Departure	22:38:00
9	Departure	22:38:00
10	Departure	22:11:00
11	Departure	22:13:00
12	Arrival	22:13:00
13	Arrival	21:13:00
14	Arrival	21:14:00
15	Departure	21:14:00
16	Arrival	20:56:00

Figure 16 Imagen de registro histórico de asignación de cintas

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module	Puerta	Cinta
Departure	N5	ISF2_11	MAD	National	6:15:00	Boeing 737	D	80	2
Departure	N5	N4_8	MAH	National	6:20:00	Boeing 737	B	30	1
Departure	ISF2	ISF2_44	BCN	National	6:21:00	Boeing 737	D	81	3
Departure	ISF2	N5_8	BCN	National	6:28:00	Boeing 717	D	83	2
Departure	N4	N5_2	MAD	National	6:32:00	Boeing 717	D	84	1
Departure	ISF2	ISF2_25	MAN	International	6:35:00	Boeing 737	A	3	3
Departure	ISF3	ISF3_124	HAI	International	6:47:00	Boeing 737	C	39	1
Departure	ISF2	ISF3_151	FRA	International	6:47:00	Boeing 737	C	40	2
Arrival	ISF3	ISF7_9	HAI	International	6:52:00	Boeing 737	C	38	3
Arrival	ISF4	ISF4_38	FRA	International	6:53:00	Boeing 737	C	41	4
Departure	ISF2	N4_2	IBZ	National	6:53:00	Boeing 737	B	31	5

Tabla 5 Ejemplo de tabla de asignación de cintas transportadoras a vuelos

3.1.4. Asignación de vuelo a empresa de handling

Una vez asignada la puerta y cinta en que operará un determinado vuelo, se procederá a la asignación de ese vuelo a cada empresa de handling.

Para ello, se realizará teniendo en cuenta el número de operaciones máximas a la hora que está dispuesto a captar cada empresa del total de operaciones que tienen lugar en el aeropuerto de

estudio a cada hora tal y como se mostró en la **Tabla 1**.

En primer lugar se decide el número de operaciones que va a captar a la hora como máximo en la hora punta la empresa de handling 1, asignando el resto de operaciones que tienen lugar en esa hora a la empresa 2.

Para ello, en la hoja de cálculo se establece una columna en la cual mediante un formato condicional se asigna la operación de la misma fila al operador de handling 1 mientras el número de operaciones dentro de la misma franja horaria sea menor al que se establece como máximo asumible por dicha compañía. En el caso de que las operaciones sean mayores a las establecidas como asumibles, esa operación será asignada a la compañía de handling 2.

A continuación se muestra un ejemplo de asignación, así como la ecuación para el cumplimiento de la condición de adjudicación de operación.

		Handling 1	Handling 2
Hour	Operations	10	Resto
0:00	2	2	0
1:00	1	1	0
2:00	4	4	0
3:00	5	5	0
4:00	2	2	0
5:00	2	2	0
6:00	21	10	11
7:00	32	10	22
8:00	68	10	58
9:00	66	10	56
10:00	95	10	85
11:00	63	10	53
12:00	57	10	47
13:00	58	10	48
14:00	62	10	52
15:00	42	10	32
16:00	44	10	34
17:00	42	10	32
18:00	57	10	47
19:00	36	10	26
20:00	77	10	67
21:00	70	10	60
22:00	48	10	38
23:00	34	10	24

Tabla 6 Tabla con número de operaciones/hora asumidas por cada empresa en función del límite impuesto por la 1

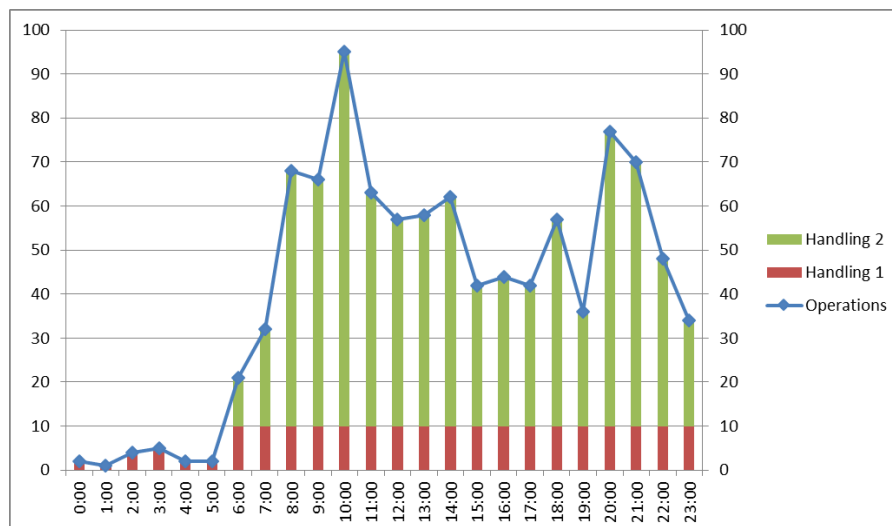


Figure 17 Histograma ejemplo con la asignación de operaciones a cada compañía de handling

Tanto en la **Tabla 6** como en la **Figure 17**, puede observarse como la limitación de operaciones captadas por la empresa 1, afecta al número de operaciones que asume la empresa de handling 2.

La condición de este reparto de operaciones por hora a cada compañía, viene determinado por la siguiente ecuación condicional:

$$SI(CONTAR(\$F\$A:FK) <= \$W\$2; 1; 2)$$

Ecuación 1 Asignación a empresa de handling

Donde $\$F\$18:F28$ es el rango de vuelos dentro de la misma franja horaria, siendo la fila A el primero, y la K, el vuelo k-ésimo dentro de la misma franja horaria. Si la condición es cumplida, asignará el valor 1 (empresa de handling 1) y si no es cumplida, le asignará el valor 2 (empresa de handling 2).

Para una mejor comprensión del funcionamiento de la ecuación, a continuación se muestra una imagen de la tabla de registro de vuelos con la asignación a la empresa de handling correspondiente, la cual puede encontrarse en las hojas "FS" de los archivos de simulación disponibles en los anexos a este documento.

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module	Puerta	Cinta	Handling company
Departure	ISF2	ISF2_54	GOT	International	6:09:00	Boeing 737	C	38	1	1
Departure	N5	ISF2_11	MAD	National	6:15:00	Boeing 737	D	80	2	1
Departure	N5	N4_8	MAH	National	6:20:00	Boeing 737	B	30	1	1
Departure	ISF2	ISF2_44	BCN	National	6:21:00	Boeing 737	D	81	3	1
Departure	ISF2	N5_8	BCN	National	6:28:00	Boeing 717	D	83	2	1
Departure	N4	N5_2	MAD	National	6:32:00	Boeing 717	D	84	1	1
Departure	ISF2	ISF2_25	MAN	International	6:35:00	Boeing 737	A	3	3	1
Departure	ISF3	ISF3_124	HAI	International	6:47:00	Boeing 737	C	39	1	1
Departure	ISF2	ISF3_151	FRA	International	6:47:00	Boeing 737	C	40	2	1
Arrival	ISF3	ISF7_9	HAI	International	6:52:00	Boeing 737	C	38	3	1
Arrival	ISF4	ISF4_38	FRA	International	6:53:00	Boeing 737	C	41	4	2
Departure	ISF2	N4_2	IBZ	National	6:53:00	Boeing 737	B	31	5	2

Tabla 7 Tabla ejemplo de asignación a empresa de handling

Como puede observarse en la **Tabla 7** las operaciones del Programa de vuelos dentro de la misma franja horaria son asumidas por la empresa 1, hasta que llega el momento en que la condición expresada en la **Ecuación 1** deja de cumplirse, momento a partir del cual, las operaciones en esa franja horaria serán asumidas por la empresa 2.

Para ver la variación de recursos asignados y costes (la forma de cálculo de los mismos se explicará con detalle más adelante), se han simulación de distintos escenarios de captación de operaciones por parte de las empresas de handling, los cuales han ido desde las 0 operaciones, es decir, que todas las operaciones son gestionadas por la empresa de handling 2, hasta las 95 operaciones en hora punta, donde todo lo asume la empresa de handling 1, en simulaciones con captación de 10 operaciones por hora captadas de más en cada una.

3.1.5. Asignación de recursos

Una vez es conocida la empresa de handling que gestionará un determinado vuelo, comienza la fase de conocer que recursos han de asignarse para cubrir dicha operación.

El handling, tal como nos indica el documento de la AECA para la contabilidad de Gestión de Empresas de Transporte Aéreo [5], "es una actividad que requiere de una considerable estructura organizativa, con una elevada dotación de personal y de equipamiento, sobre todo en el caso de handling de rampa. La tecnología necesaria es sencilla [...] y sin especiales requerimientos de cualificación del personal. Se trata de un negocio de margen, en el que el ajuste económico tiene que hacerse con unas tarifas construidas sobre los costes, ya que no puede influirse sobre el volumen de

la demanda. Sin embargo, este negocio es muy sensible a las evoluciones de la demanda [...]".

Tal y como puede entenderse del informe elaborado de la AECA, la selección y asignación de recursos tiene un carácter vital en el buen desarrollo de las empresas dedicadas al handling, tanto humano como material.

Como la casuística de situaciones que pueden tener lugar en un aeropuerto es infinita y dependiente de muchos factores no siempre controlables por los gestores aeroportuarios, en este TFM se van a tener las siguientes consideraciones previas:

- En primer lugar, que los pasajeros que embarcan al avión lo hacen con el tiempo suficiente para que **no haya retrasos en la salida programada**, debido a retrasos en el embarque.
- En segundo lugar, que los pasajeros que aterrizan en el aeropuerto de estudio **no deben esperar nada a recoger sus maletas de las cintas transportadoras**, ya que las mismas estarán ya en la cinta en el momento de su llegada al punto de recogida de equipajes.

Con estas dos consideraciones de situaciones ideales, se pretende evitar meter una complejidad añadida al problema de simulación que en nada afecta a la asignación de recursos prevista por las empresas de handling.

Por otro lado, para evitar situaciones de colapso en las empresas de handling y con el objetivo de una buena definición del dimensionamiento de cada una de las empresas que quieran satisfacer un determinado número de operaciones hora, se considerará que las compañías tienen un **buffer infinito de recursos** para asumir las operaciones que les han sido asignadas.

Una vez presentadas las consideraciones previas de las que parten las simulaciones de asignación, se procede a la definición de los recursos a asignar y los condicionantes de selección de los mismos. Los recursos a asignar pueden clasificarse en tres grandes categorías tal y como se mencionó anteriormente en el **"Presentación de los recursos"** (apartado 1.1) de este TFM:

- Personal: equipo de 3 o 4 personas
- Vagones porta-equipajes: vagones con 2 carritos o con 4 carritos
- Vehículos de gran capacidad para el transporte de pasajeros: 2 vehículos o 3

Los criterios para la selección de cada una de las opciones posibles en cada uno de los recursos mencionados anteriormente son:

- **Personal.** En el caso de que se trate de un vuelo de gran volumen de pasajeros, conocido a través del tamaño del avión que lo opera (en este estudio se trata de un Boeing 757), será necesario emplear un equipo de 4 personas para la correcta gestión del avión tanto en los procesos de llegada/salida del aeropuerto, como de la gestión de maletas, como de la

atención a la salida de pasajeros. En caso de que se trate de vuelos de pequeño y mediano tamaño, será suficiente con el empleo de equipos de 3 personas para realizar todas estas operaciones.

- **Vagones porta-equipajes.** Al igual que ocurre con el recurso de personal, la selección de vagones está directamente ligada con el tamaño de vuelo (y por tanto número de pasajeros) que se esté manejando. En el caso de tratarse de un vuelo de gran tamaño (Boeing 757) se deberá emplear vagones porta-equipajes de 4 carritos, los cuales incluyen a 2 operarios para ayudar a la carga/descarga de equipajes tanto en la zona de pista, como en la zona trasera de las cintas transportadoras. En caso de tratarse de vuelos pequeños o medianos, el empleo de vagones porta-equipajes de 2 vagones, con 1 operario a bordo será suficiente para realizar todas las operaciones.
- **Vehículos de gran capacidad.** Se considerará que cada uno de estos vehículos tiene una capacidad de 100 pasajeros a bordo. A diferencia de los recursos mencionados anteriormente el uso de estos recursos el principal factor que marca la necesidad o no de poner a disposición este recurso para el vuelo que se está gestionando, no lo marca únicamente el tamaño del avión o el número de pasajeros que se transporta, si no que principalmente lo define la puerta a través de la que se realiza el embarque o desembarque del avión. Más concretamente, si la puerta asignada es una puerta de stand remoto o no, ya que, si se trata de una puerta de stand en contacto a la terminal, el empleo de este tipo de vehículos no sería necesario.

En el caso de que la puerta esté en un stand remoto y sea necesario el empleo de este recurso, si el vuelo que se está gestionando es de gran tamaño (Boeing 757) será necesario emplear una flota de 3 vehículos para el traslado de los pasajeros desde o hacia la terminal. En el caso de que se trate de un vuelo de pequeño o mediano tamaño (Boeing 717 o Boeing 737) únicamente será necesario una flota de dos vehículos para el traslado de los pasajeros.

Así pues, una vez definidos los recursos a emplear y las condiciones para la selección de cada uno, se presenta la metodología de funcionamiento de la Macro de Excel que realiza la asignación.

1. En la hoja del Programa de vuelos (hoja "FS" del Excel) se van recorriendo los vuelos uno a uno hasta el final. En cada fila, la Macro reconoce a qué empresa de handling se ha asignado según el número presente en la columna correspondiente según lo explicado en el apartado 3.1.4, y entonces copia las características del vuelo a la hoja correspondiente a la empresa de handling a la que se haya asignado dicho vuelo (hojas "Handling1" y "Handling2" del Excel).
2. Tras esto, se calculan los tiempos de movimiento desde el punto de embarque/desembarque hasta las cintas transportadoras, teniendo en cuenta el módulo y puerta que le ha sido asignado a dicho vuelo, a través de la matriz de tiempos que se muestra a continuación (presente tanto en la hoja "PAX" como "MALETAS" del Excel).

Modulo A Puerta	F/S	Planta	Tiempo a puerta maleta	Modulo B Puerta	F/S	Planta	Tiempo a puerta maleta	Modulo C Puerta	F/S	Planta	Tiempo a puerta maleta	Módulo D Puerta	F/S	Planta	Tiempo a puerta maleta
1	S	0	0:08:36	30	S	0	0:04:00	38	S	1	0:05:33	80	G	1	0:05:03
2	S	0	0:08:36	31	S	0	0:03:43	39	S	1	0:05:33	81	S	1	0:05:03
3	S	0	0:08:23	32	S	0	0:03:43	40	S	1	0:05:53	82	G	1	0:05:43
4	S	0	0:08:23	33	S	0	0:04:13	41	S	1	0:05:53	83	S	1	0:05:43
5	S	0	0:08:13	34	S	0	0:04:03	42	S	1	0:06:13	84	G	1	0:06:23
6	S	0	0:08:13	35	S	0	0:03:50	43	S	1	0:06:13	86	G	1	0:07:13
9	G	1	0:08:30	36	S	0	0:03:43	44	S	1	0:06:33	87	S	1	0:07:13
10	G	1	0:08:30	37	S	0	0:03:53	45	S	1	0:06:33	88	G	1	0:07:13
11	G	1	0:08:30					46	S	1	0:07:00	89	S	1	0:07:13
12	G	1	0:07:47					48	S	1	0:07:20	90	G	1	0:07:47
13	G	1	0:07:47					50	G	1	0:07:47	91	S	1	0:07:47
14	G	1	0:07:13					52	G	1	0:08:33	92	G	1	0:08:20
16	G	1	0:06:23					54	G	1	0:09:20	93	S	1	0:08:20
17	G	1	0:06:23					55	S	1	0:09:20	94	G	1	0:08:53
18	G	1	0:06:13					56	G	1	0:10:07	95	S	1	0:08:53
19	G	1	0:06:13					57	S	1	0:10:07	96	G	1	0:09:27
20	G	1	0:05:57					58	G	1	0:10:53	97	S	1	0:09:27
21	G	1	0:05:57					59	S	1	0:10:53	98	G	1	0:10:00
22	G	1	0:05:57					60	G	1	0:09:20	99	S	1	0:10:00
23	S	0	0:07:40					61	S	1	0:09:20				
24	S	0	0:07:40					62	G	1	0:08:47				
25	S	0	0:07:53					63	S	1	0:08:47				
26	S	0	0:07:53					64	G	1	0:08:13				
27	S	0	0:08:03					65	S	1	0:08:13				
28	S	0	0:08:03					66	G	1	0:07:40				
								67	S	1	0:07:40				
								68	G	1	0:07:07				
								69	S	1	0:07:53				
								71	S	1	0:04:33				
								72	S	1	0:04:33				
								73	S	1	0:04:33				

Tabla 8 Ejemplo de tabla de tiempos de viaje de pasajeros desde cada puerta hasta las cintas

3. Una vez conocidos los tiempos de desplazamiento tanto de pasajeros como de vagones porta-equipajes al punto de embarque/desembarque, se procede a asignar los recursos de la empresa de handling para realizar con éxito la operación asignada siguiendo los criterios mencionados anteriormente en este apartado. La filosofía es que, se empleará un determinado recursos de handling si la hora programada para un vuelo es mayor que el tiempo en que haya acabado la última operación realizada con ese recurso más un tiempo de seguridad de 15 minutos. En el caso de que no se cumpla, pasará en busca del siguiente recurso del buffer hasta que encuentre uno que pueda ser empleado. Cada recurso será nombrado con el nombre del recurso y el número que indica el tamaño del mismo (o de la flota) acompañado de “_#” donde # marca el número de este recurso a emplear, es decir, si # por ejemplo es 3, es que ni los equipos 1 y 2, están disponibles para asumir la operación, por lo que es necesario disponer de un equipo nuevo. Este detalle se ve claramente en la **Tabla 9**, mostrada a continuación:

Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time
Personnel3_1	23:26:12	Personnel4_1	21:50:00	Wagon2_1	23:27:06	Wagon4_1	21:43:26	Coach2_1	23:27:06	Coach3_1	19:16:26
Personnel3_2	23:28:33	Personnel4_2	20:56:00	Wagon2_2	23:29:17	Wagon4_2	19:36:43	Coach2_2	23:29:17	Coach3_2	19:36:43
Personnel3_3	23:31:34	Personnel4_3	19:40:49	Wagon2_3	23:33:14	Wagon4_3	19:41:54	Coach2_3	23:33:17	Coach3_3	19:49:45
Personnel3_4	23:32:29	Personnel4_4	19:48:31	Wagon2_4	23:33:17	Wagon4_4	19:49:45	Coach2_4	23:35:58		
Personnel3_5	23:33:47	Personnel4_5	9:53:00	Wagon2_5	23:34:54			Coach2_5	23:38:18		
Personnel3_6	23:34:56			Wagon2_6	23:35:58			Coach2_6	13:35:33		
Personnel3_7	23:36:29			Wagon2_7	23:36:14			Coach2_7	10:29:47		
Personnel3_8	23:36:35			Wagon2_8	23:38:18						

Tabla 9 Tabla ejemplo de recursos asignados y tiempo de final de su última actuación

El recurso seleccionado como disponible, se copiará en una tabla de asignación presente en cada hoja de cada compañía de handling.

4. Una vez se conozcan los recursos que se van a emplear para realizar la operación, será necesario calcular los tiempos que los mismo van a necesitar para realizar las operaciones, sobremanera el tiempo de finalización, ya que, como se ha visto en el punto 3 definirá la capacidad o no de ser elegido en siguientes ocasiones. Los tiempos de operación necesarios para que cada recurso realice su actividad se explican a continuación:

a. Personal

- i. Llegadas: el personal estará preparado 5 minutos antes de la llegada prevista de la aeronave, y finalizará sus tareas en el momento en que finalice la descarga de maletas a la cinta transportadora.

- ii. **Salidas:** el personal estará preparado desde 2 horas antes de la salida de vuelo, para preparar, por un lado, la facturación y gestión de las maletas, y por otro el traslado de las mismas hasta la posición de la nave, previos momentos a la salida del avión

- b. **Vagones portaequipajes:** en este recurso han de tenerse en cuenta tanto los tiempos de ida/vuelta al centro de operaciones, como los tiempos de carga/descarga de los vagones y los tiempos de viaje desde las cintas hasta la posición de estacionamiento de la aeronave, los cuales, como ya se mencionó anteriormente vienen definido en la hoja "MALETAS" del libro Excel. La siguiente expresión indica la forma de cálculo del tiempo de finalización del recurso:

$$T_{FIN\ wagon} = T_{inicio} + t_{viaje\ H \rightarrow stand} + t_{descarga\ maletas\ avión} + t_{viaje\ stand \rightarrow H} + t_{viaje\ H \rightarrow cinta} + t_{carga\ maletas\ en\ cinta} + t_{viaje\ cinta \rightarrow H}$$

Ecuación 2 Fórmula cálculo tiempo de fin actividad de vagón portaequipajes

Para el proceso de carga del avión seguiría una estructura de expresión similar a la planteada en la ecuación anterior.

- c. **Jardineras:** al igual que ocurre con los vagones portaequipajes, en los casos en que sea necesario el uso de jardineras, han de tenerse en cuenta tanto los tiempos de ida/vuelta al centro de operaciones, como los tiempos de carga/descarga de los vagones y los tiempos de viaje desde las cintas hasta la posición de estacionamiento de la aeronave.

$$T_{FIN\ jardinera} = T_{inicio} + t_{viaje\ H \rightarrow stand} + t_{descarga\ pax\ avión} + t_{viaje\ stand \rightarrow H} + t_{viaje\ H \rightarrow terminal} + t_{descarga\ pax\ en\ terminal} + t_{viaje\ terminal \rightarrow H}$$

Ecuación 3 Fórmula cálculo tiempo de fin actividad de la jardinera

Para el proceso de carga del avión seguiría una estructura de expresión similar a la planteada en la ecuación anterior.

Para tener una aproximación del tiempo que suponen estos procesos, Gorejova [14], nos presenta los tiempos que se dedican a cada uno de los procesos que tienen lugar en la escala de un avión de pasajeros A-320 con capacidad para 180 pasajeros:

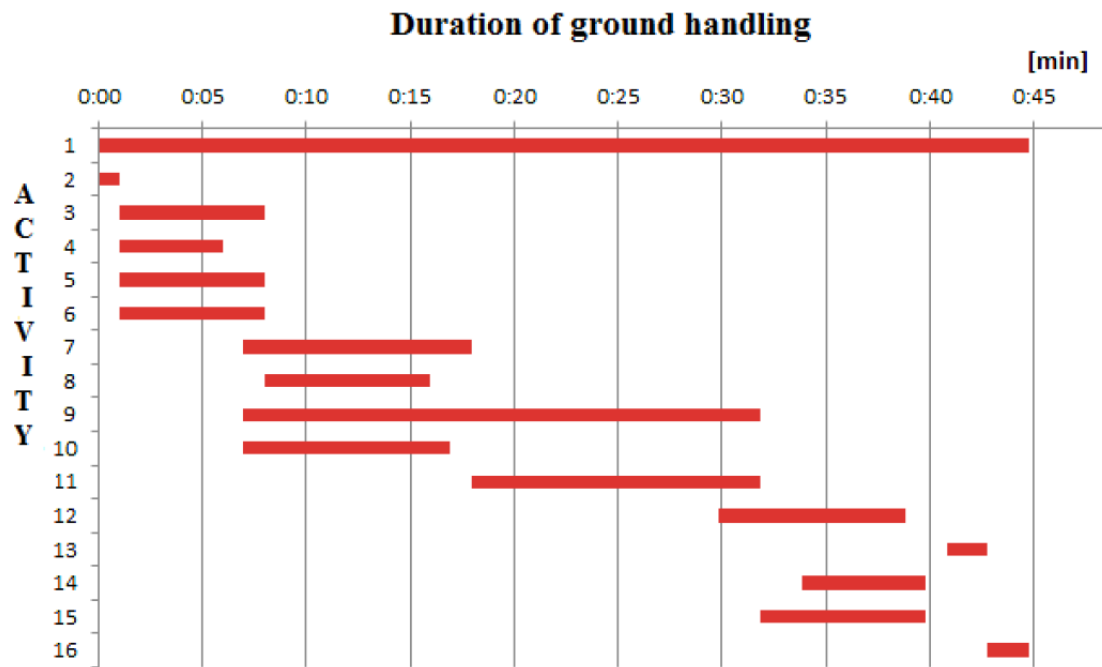


Figure 18 Tiempo de procesos de handling en una escala de un A-320 según Gorejova

En la figura anterior, las actividades numeradas en el eje vertical de 1 a 16, se corresponden con los siguientes procesos:

1. Tiempo total de escala
2. Conexión de escaleras
3. Descarga de pasajeros
4. Descarga de carga FWD
5. Descarga de carga AFT
6. Servicios de agua potable
7. Recarga de combustible
8. Servicios de aseos
9. Limpieza
10. Catering en puerta 1
11. Catering en puerta 2
12. Subida de pasajeros
13. Desconexión de escaleras
14. Subida de carga FWD
15. Subida de carga AFT
16. Comienzo del vuelo

Una vez calculados los tiempos de uso de cada uno de los recursos, éstos pasarán al registro de históricos con el fin de evaluar su uso en posteriores operaciones. Para ello se seleccionan los

recursos elegidos y se copia el tiempo de finalización de su actividad en esta operación en el histórico.

Operati on	Compan y	Flight	Origin/Destinati on	National / Internation al	Estimate d Time	Avión	Modul e	Puert a	Cint a	Españ ol Grand e	Handlin g compan y	Resource
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	Internation al	0:02:00	Boeing 737	C	38	1	0	1	Personnel3 _1
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	Internation al	0:02:00	Boeing 737	C	38	1	0	1	Wagon2_1
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	Internation al	0:02:00	Boeing 737	C	38	1	0	1	Coach2_1 Personnel3 _1
Departur e	ISF1	ISF1_2	ALC	National	0:48:00	Boeing 737	D	80	1	0	1	Wagon2_1 Personnel4
Departur e	ISF1	ISF1_2	ALC	National	0:48:00	Boeing 737	D	80	1	0	1	Coach3_1 Personnel4 _2
Arrival	ILF1	4	CWL	Internation al	1:49:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Wagon4_1
Arrival	ILF1	4	CWL	Internation al	1:49:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Coach3_1 Personnel4 _2
Arrival	ILF1	4	CWL	Internation al	1:49:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Wagon4_2
Arrival	ILF1	0	LTN	Internation al	2:09:00	Boeing 757	A	2	1	0	1	Coach3_2 Personnel4 _3
Arrival	ILF1	0	LTN	Internation al	2:09:00	Boeing 757	A	2	1	0	1	Wagon4_3
Arrival	ILF1	0	LTN	Internation al	2:09:00	Boeing 757	A	2	1	0	1	Coach3_3 Personnel4 _1
Arrival	ILF1	0	EMA	Internation al	2:14:00	Boeing 757	A	3	2	0	1	Wagon4_1
Arrival	ILF1	0	EMA	Internation al	2:14:00	Boeing 757	A	3	2	0	1	Coach3_1 Personnel4 _1
Arrival	ILF1	0	EMA	Internation al	2:14:00	Boeing 757	A	3	2	0	1	Wagon4_1
Departur e	ILF1	5	CWL	Internation al	2:47:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Coach3_1 Personnel4 _1
Departur e	ILF1	5	CWL	Internation al	2:47:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Wagon4_1
Departur e	ILF1	5	CWL	Internation al	2:47:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Coach3_1 Personnel4 _1
Arrival	ILF1	2	STN	Internation al	2:57:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Wagon4_1
Arrival	ILF1	2	STN	Internation al	2:57:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Coach3_1 Personnel4 _2
Arrival	ILF1	2	STN	Internation al	2:57:00	Boeing 757	A	1	1	0	1	Wagon4_2
Departur e	ILF1	1	EMA	Internation al	3:02:00	Boeing 757	A	2	2	0	1	Wagon4_2
Departur e	ILF1	1	EMA	Internation al	3:02:00	Boeing 757	A	2	2	0	1	Wagon4_2

Figure 19 Vista del registro histórico de uso de recursos

3.1.6. Cálculo de costes

Una vez se han asignado los recursos a todos los vuelos recogidos en el Programa del día de estudio, se procede a la computación de los costes que los mismos representan para cada una de las empresas de handling.

Para ello, a través del histórico de recursos empleados por cada empresa y de los costes asociados a cada recurso, se podrá calcular el coste total que supone a cada empresa asumir el número de operaciones en hora punta que se ha simulado.

Para los costes totales se han tenido en cuenta tanto costes fijos y costes variables (suministros, gastos de mantenimiento, etc.). La fórmula que define los costes totales es de la siguiente forma:

$$CT = \sum_j (CF_j + CV_j)$$

Ecuación 4 Fórmula de costes totales

Los costes **fijos "CF"** vienen asociados a la necesidad de posesión de una determinada cantidad de elementos del recurso j.

$$C_{Fijos} = C_{Personal} + C_{Equipos}$$

Ecuación 5 Fórmula de costes fijos

donde:

1. **Coste de personal:** La realización de las tareas del handling no requiere de un personal con una cualificación alta por ello se ha supuesto un coste fijo bruto anual de 15.000€, al cual se le ha aplicado un coeficiente de incremento del 30% para transformarlo a coste empresa².

$$C_{personal} = \left(\frac{\text{Salario Bruto Anual}^3 \times \text{Coeficiente Coste Empresa}}{365 \text{ días}} \right) = \left(\frac{15.000€ \times 1,3}{365} \right) = 53,42€$$

Ecuación 6 Fórmula de cálculo de costes de personal

2. **Coste de equipo:** En esta categoría se engloban los costes de adquisición de cada uno de los equipos necesarios para realizar las operaciones asignadas a cada una de las empresas de handling. Dichos costes viene definido por la siguiente fórmula:

$$C_{Equipos} = \frac{\text{Coste Adquisición unitario}}{365 \text{ días}} = \frac{20.000€}{365} = 54,79€$$

Ecuación 7 Fórmula de cálculo de costes de equipos

Por otro lado los **costes variables** vienen definidos por la fórmula:

$$C_{Variables} = C_{Energia} + C_{Mantenimiento}$$

Ecuación 8 Fórmula de costes variables

donde:

² Se define coste empresa como el coste fijo de personal que asume la empresa procedente de las partidas de Seguridad Social. En este coste también se incluye otras partidas de gastos significativas que asume la empresa tales como la formación, costes de salud, de prevención de riesgos laborales y seguridad en el lugar de trabajo, provisiones para despidos, bajas y seguros que con carácter legal son obligatorios.

³ **Salario bruto anual.** Se ha fijado un salario bruto anual fijo por valor de 15.000€ dado que se trata de un personal con poca cualificación académica.

3. **Coste Energía:** Este coste representa el coste destinado al aprovisionamiento del combustible de cada uno de los equipos móviles necesarios para realizar las operaciones asignadas a cada compañía de handling.

Se ha supuesto una media de 30 km/hora y un consumo/equipo de unos 7 litros de diesel / 100km lo que da lugar a un 1,7 litros/hora suponiendo que operan 16 horas al día obtenemos un consumo

$$\text{Consumo} = 30 \frac{\text{Km}}{\text{h}} * 7 \frac{\text{litros}}{100 \text{ Km}} * 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 27.2 \text{ litros/día}$$

Ecuación 9 Fórmula de cálculo del consumo

Además, se supondrá un coste de 1,1€/ litro diesel⁴ lo que da lugar a un coste total de energía por equipo de:

$$C_{\text{ENERGÍA}} = 27.2 \frac{\text{litros}}{\text{día} * \text{equipo}} * 1.1 \frac{\text{€}}{\text{litro}} = 29.92 \frac{\text{€}}{\text{equipo} * \text{día}}$$

Ecuación 10 Fórmula de cálculo del coste de energía

4. **Coste Mantenimiento:** “Se incluyen aquí todos los costes incurridos para la reparación, reacondicionamiento y mantenimiento de lo equipos, incluyendo pago a los contratistas externos y a los fabricantes”, tal y como define la AECA en su documento para la contabilidad de gestión de empresas de transporte aéreo [5].

Se ha supuesto para un coste de mantenimiento por equipo de jardinera de 21.08 €/día/equipo y de 11.08 €/día/equipo para los vagones portaequipajes, cuya información ha sido facilitada por una empresa de handling cuya identidad se mantendrá en el anonimato por cuestiones de confidencialidad.

A continuación se muestra los valores monetarios fijos y variables asociados a cada recurso:

Coste Fijo Recurso	Coste Fijo Recurso	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable
Personnel3	Personnel4	Wagon2	Wagon2	Wagon4	Wagon4	Coach 2	Coach 2	Coach 3	Coach 3
187,5	250,0	56,6	40,0	113,2	40,0	456,6	50,0	684,9	50,0

Tabla 10 Tabla ejemplo de Costes fijos y variables asociados a cada recurso

El coste fijo se asignará al total de equipos necesarios de cada recurso y que viene definido por el carácter “#” que acompaña al recurso en el histórico, mientras que, el coste variable irá asociado al número de veces que se emplea cada uno de los # recursos de cada categoría. A continuación se

⁴ Precio del diesel del día de estudio.

muestra la tabla histórica que nos da el número de recursos necesarios y el número de veces que se ha empleado cada recurso:

Resource	#	Resource	#	Resource	#	Resource	#	Resource	#	Resource	#
Personnel3_1	47	Personnel4_1	21	Wagon2_1	46	Wagon4_1	27	Coach2_1	41	Coach3_1	20
Personnel3_2	29	Personnel4_2	11	Wagon2_2	31	Wagon4_2	8	Coach2_2	26	Coach3_2	5
Personnel3_3	27	Personnel4_3	5	Wagon2_3	29	Wagon4_3	3	Coach2_3	20	Coach3_3	3
Personnel3_4	19	Personnel4_4	2	Wagon2_4	19	Wagon4_4	2	Coach2_4	12		
Personnel3_5	18	Personnel4_5	1	Wagon2_5	16			Coach2_5	7		
Personnel3_6	8			Wagon2_6	7			Coach2_6	1		
Personnel3_7	5			Wagon2_7	5			Coach2_7	1		
Personnel3_8	3			Wagon2_8	3						

Tabla 11 Tabla ejemplo que con el número de recursos necesarios y el número de veces que se ha empleado cada uno

Una vez calculados los recursos necesarios, se multiplica el número total de recursos de cada tipo por el coste fijo de tenencia del recurso y la suma de veces que se ha empleado cada elemento de cada recurso por el coste variable mostrado anteriormente en la **Tabla 10**.

El coste total fijo y variable asociado a cada recurso, así como el coste total de todos los recursos para la empresa de handling se muestra a continuación:

Coste Fijo Recurso	Coste Fijo Recurso	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable			
Personnel3	Personnel4	Wagon2	Wagon2	Wagon4	Wagon4	Coach 2	Coach 2	Coach 3	Coach 3	TOTAL	Cf	Cv
187,5	250	56,62	40	113,24	40	456,62	50	684,93	50			
1.500,00 €	1.250,00 €	452,97 €	6.240,00 €	452,97 €	1.600,00 €	3.196,35 €	5.400,00 €	2.054,79 €	1.400,00 €	23.547,08 €	8.907,08 €	14.640,00 €

Tabla 12 Tabla ejemplo con los costes fijos y variables asociados a cada recurso y el coste total de la empresa de handling

Esta tabla estará presente y calculada para ambas compañías de handling en cada una de las hojas correspondientes a cada empresa (hojas “Handlin1” y “Handling2” del Excel), y para cada una de las simulaciones realizadas. Además, una vez simulados todos los escenarios se presentarán una gráficas representativas de la evolución de costes fijos y variables en función del número de operaciones asumidas por cada empresa.

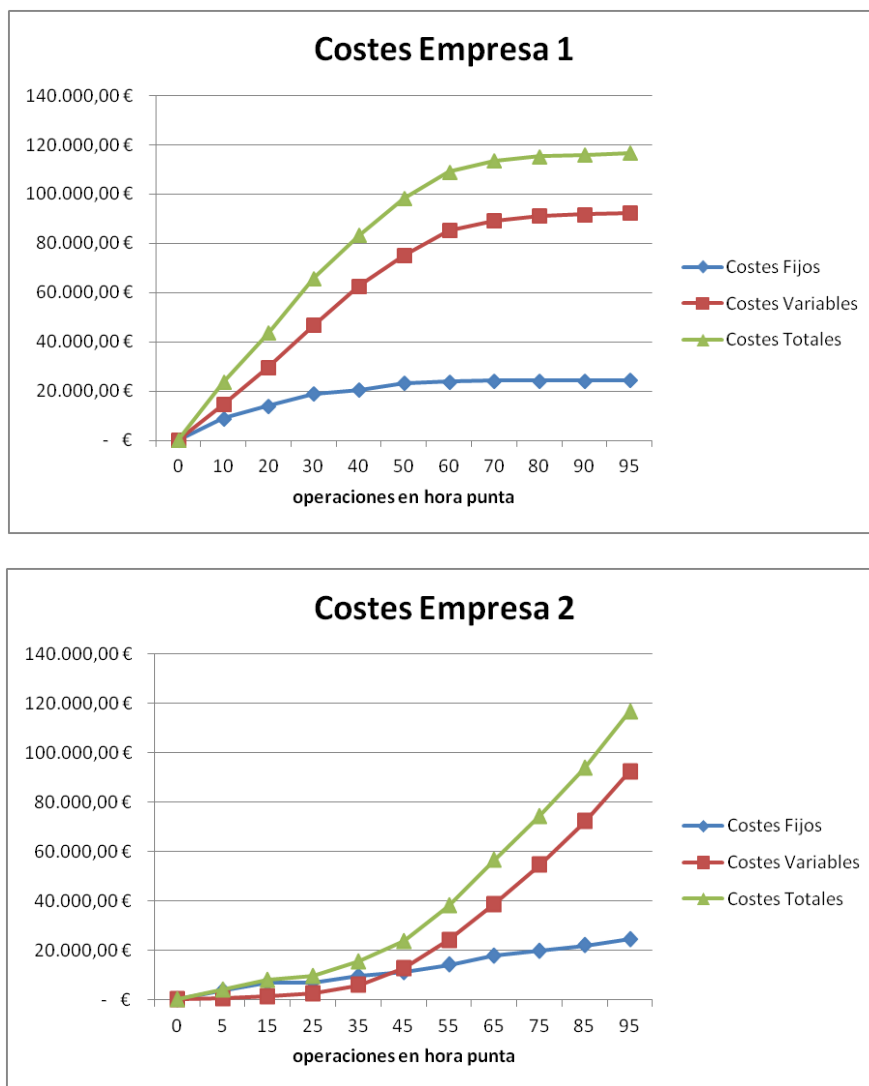


Figure 20 Costes de las empresas 1 y 2 según operaciones asumidas en hora punta

La diferencia en la forma que adoptan las curvas de costes se debe a que pese al aumento del número de operaciones asumidas en hora punta por la empresa 2, en horas con poco volumen de operaciones es la empresa 1 la que las asume, dejando para la 2 aquella cantidad de operaciones que no está dispuesta a asumir.

Además, otra lectura que se puede sacar de estas gráficas es que para ciertos aumentos del número de operaciones asumidas, el coste fijo se mantiene constante, lo que significa que hay ciertos volúmenes de operaciones que pueden ser captados sin necesidad de aumentar el número de recursos.

Por otro lado, cada empresa de handling establecerá una serie de estrategias de precios con el fin de presentar cuadros de beneficios que se adecúen a cada uno de los escenarios de operaciones simulados.

Los ingresos por tanto, dependerán del número de operaciones asumidas, y del precio a cobrar por cada una de ellas, siguiendo la siguiente forma:

$$\text{Ingresos} = p * q$$

Ecuación 11 Fórmula de cálculo de los ingresos operacionales

donde "p" es el precio puesto por la compañía de handling para la contratación de los servicios y "q" el número de operaciones que asume dicha empresa.

Los escenarios de precios para cada una de las empresas de handling son los siguientes:

€/operación	Empresa 1	Empresa 2
Precio 1	0	0
Precio 2	80	100
Precio 3	220	200

Tabla 13 Estrategias de precios de empresas de handling

Con estos precios y las operaciones asumidas por cada compañía se obtienen los ingresos para los distintos escenarios.

INGRESOS HANDLING 1		Precio/operación		
		0	80	220
operaciones en hora punta	0	- €	- €	- €
	10	- €	15.680,00 €	43.120,00 €
	20	- €	37.600,00 €	75.200,00 €
	30	- €	54.700,00 €	109.400,00 €
	40	- €	69.900,00 €	139.800,00 €
	50	- €	81.500,00 €	163.000,00 €
	60	- €	90.700,00 €	181.400,00 €
	70	- €	95.600,00 €	191.200,00 €
	80	- €	97.300,00 €	194.600,00 €
	90	- €	98.300,00 €	196.600,00 €
	95	- €	98.800,00 €	197.600,00 €

Figure 21 Ejemplo de tabla de ingresos según estrategia de precios y operaciones asumidas

Las gráficas de ingresos para cada una de las empresas, y todos los escenarios de captación de operaciones simulados siguen las siguientes formas:

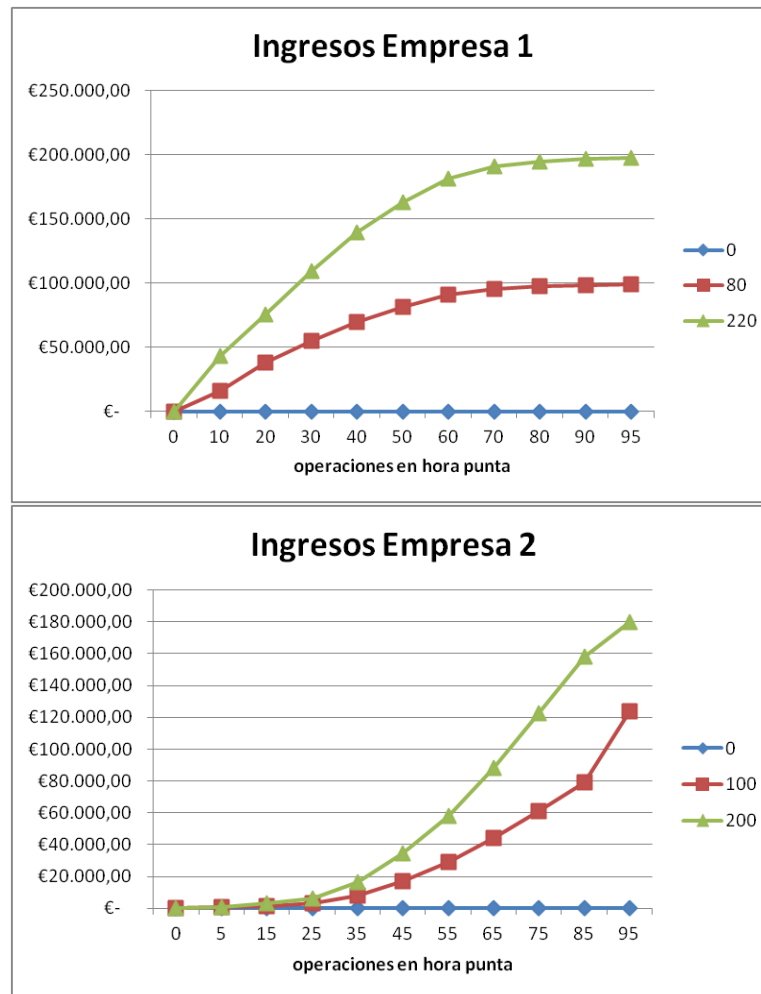


Figure 22 Curvas de ingresos para las empresas 1 y 2 según estrategia de precios

Así pues, los beneficios para cada compañía en cada uno de los escenarios vendrán dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio} = \text{Ingreso} - \text{Costes Totales}$$

Ecuación 12 Fórmula de cálculo del beneficio

la cual, nos ofrecerá una matriz de Beneficios de la siguiente forma:

BENEFICIOS HANDLING 1		Precio/operación		
		0	80	220
operaciones en hora punta	0	- €	- €	- €
	10	- 23.547,08 €	- 7.867,08 €	19.572,92 €
	20	- 43.718,82 €	- 6.118,82 €	31.481,18 €
	30	- 65.799,09 €	- 11.099,09 €	43.600,91 €
	40	- 83.199,69 €	- 13.299,69 €	56.600,31 €
	50	- 98.352,59 €	- 16.852,59 €	64.647,41 €
	60	- 108.995,83 €	- 18.295,83 €	72.404,17 €
	70	- 113.430,83 €	- 17.830,83 €	77.769,17 €
	80	- 115.290,83 €	- 17.990,83 €	79.309,17 €
	90	- 115.960,83 €	- 17.660,83 €	80.639,17 €
	95	- 116.714,08 €	- 17.914,08 €	80.885,92 €

Figure 23 Ejemplo de tabla de beneficios según estrategia de precios y operaciones asumidas

Estas tablas de beneficios para cada una de las empresas y todos los escenarios simulados de número de operaciones captadas en hora punta, así como de los distintos precios de contratación de servicios establecidos, dan lugar a las siguientes gráficas:

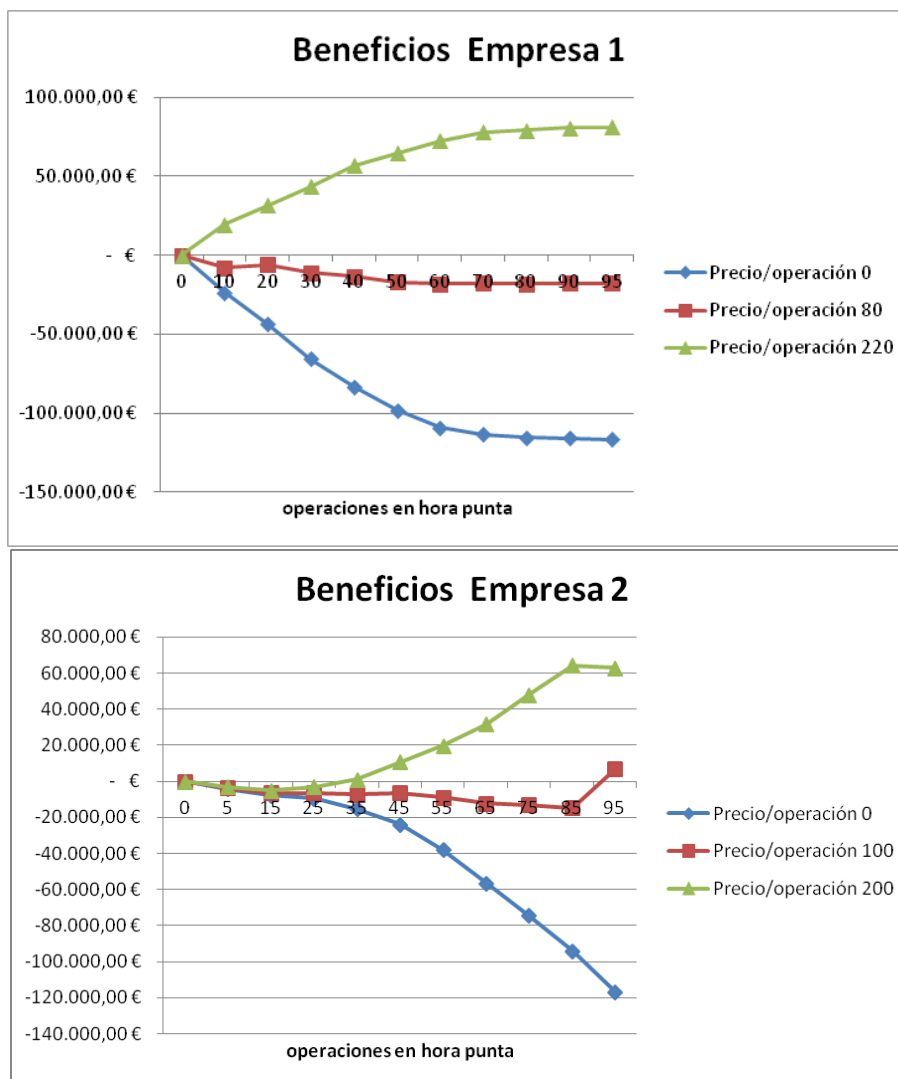


Figure 24 Curvas de beneficios para las empresas 1 y 2 según estrategias de precios

3.2. Análisis de competitividad entre dos empresas de handling

Tras ver la simulación de distintos escenarios de captación de operaciones en hora punta por cada una de las dos empresas de handling, así como el análisis de los costes e ingresos que dicho número de operaciones supone, es el momento de analizar como ambas empresas encuentran en base a las condiciones de precios establecidas, un equilibrio de mercado en el que ambas cubran todas las operaciones.

Para ello, y basados en los costes e ingresos obtenidos anteriormente en los escenarios de simulación, se procederá a encontrar un equilibrio de Nash para las matrices de beneficio de cada una de las dos empresas de handling estudiadas.

Según Gibbons [12] el equilibrio de Nash se presenta como: "en un juego normal formado por N

jugadores, las estrategias (s_1^, \dots, s_n^*) forman un equilibrio de Nash si, para cada jugador i , s_i^* es la mejor respuesta del jugador i a las estrategias asumidas por los otros $n-1$ jugadores, ($s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*$)".*

Una vez entendido el significado del equilibrio de Nash, se ha procedido a crear unas matrices de payoff para cada una de las empresas, las cuales recogen las respuestas de cada una de ellas a los escenarios de mercado que se plantean y a las estrategias adoptadas por el otro competidor.

PAYOFF H1	Operaciones	95	95	95	85	85	85	5	5	5	0	0	0
Operaciones	Precio	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200
0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
0	80	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
0	220	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
10	0	-	23.547,08 €	-	23.547,08 €	-	23.547,08 €	-	23.547,08 €	23.547,08 €	23.547,08 €	23.547,08 €	23.547,08 €	23.547,08 €
10	80	-	8.907,08 €	-	7.867,08 €	-	7.867,08 €	-	7.867,08 €	7.867,08 €	7.867,08 €	7.867,08 €	7.867,08 €	7.867,08 €
10	220	-	8.907,08 €	-	2.050,50 €	-	7.867,08 €	-	19.572,92 €	19.572,92 €	19.572,92 €	19.572,92 €	19.572,92 €	19.572,92 €
90	0	-	39.986,49 €	-	115.960,83 €	-	59.637,00 €	-	115.960,83 €	115.960,83 €	115.960,83 €	115.960,83 €	115.960,83 €	115.960,83 €
90	80	-	24.220,83 €	-	6.873,41 €	-	23.180,83 €	-	17.660,83 €	17.660,83 €	17.660,83 €	17.660,83 €	17.660,83 €	17.660,83 €
90	220	-	24.220,83 €	-	43.152,85 €	-	4.259,17 €	-	45.618,73 €	80.639,17 €	80.639,17 €	80.639,17 €	80.639,17 €	80.639,17 €
95	0	-	45.179,64 €	-	116.714,08 €	-	61.599,10 €	-	116.714,08 €	116.714,08 €	116.714,08 €	116.714,08 €	116.714,08 €	116.714,08 €
95	80	-	24.334,08 €	-	7.165,63 €	-	23.294,08 €	-	17.914,08 €	17.914,08 €	17.914,08 €	17.914,08 €	17.914,08 €	17.914,08 €
95	220	-	24.334,08 €	-	44.487,26 €	-	4.145,92 €	-	46.958,77 €	80.525,92 €	80.525,92 €	80.525,92 €	80.525,92 €	80.525,92 €

Tabla 14 Ejemplo de tabla de payoff según estrategia de precios y operaciones asumidas

Para la realización y cálculo de los payoff de cada una de las empresas de handling han tenido que tenerse en cuenta una serie de **consideraciones previas**:

5. A igualdad o similitud de precios entre H^A y H^B , el reparto del payoff se realizará de manera ponderada al número de operaciones para las que cada empresa se está preparando, y del precio que cada una dispone. A continuación se muestra la ecuación de ejemplo:

$$\text{Si } p(H^A) = p(H^B) \rightarrow \text{Payoff}(H^A) = \left(\frac{n^{\circ} \text{operaciones } H^A}{n^{\circ} \text{operaciones } (H^A + H^B)} \right) * \left(\frac{\text{precio } H^A}{\text{precio } H^B} \right) * \text{Beneficio}(H^A)$$

Ecuación 13 Reparto de payoff en igualdad de precios

6. En el caso de que el número de operaciones para las que se prepara la empresa de handling "A", sea menor que para las que se prepara la empresa de handling "B", y además, a un coste menor, se supondrá que la empresa "A" realiza todas las operaciones para las que se ha preparado, mientras que la empresa "B" realizará menor número de operaciones de las que se ha equipado. Esta consideración se ve expresada por la siguiente expresión:

$$Si \ p(H"A") \ \& \ op(H"A") < p(H"B") \ \& \ op(H"B") \rightarrow Payoff(HA) = Beneficio(H"A")$$

Ecuación 14 Reparto de payoff en condiciones de menor nº operaciones a captar y menor precio

7. En el caso de que el número de operaciones para las que se preparan ambas compañías es el mismo, pero el precio establecido por la compañía "A" respecto del de la "B" sea mucho mayor, el payoff para la empresa "A" será el correspondiente a los costes fijos asociados a las operaciones para las cual se ha equipado, ya que al ser tan cara respecto a la otra alternativa, los clientes decidirán no irse con ella (All or Nothing) y por tanto, la empresa "A" no dispondrá de ingresos por operación, ni de costes variables por uso del equipo. Esta consideración se ve expresada por la siguiente expresión:

$$Si \ op(H"A") = op(H"B") \ \& \ p(H"A") \gg p(H"B") \rightarrow Payoff(H"A) = Costes Fijos (op(H"A"))$$

Ecuación 15 Reparto de payoff en igualdad de operaciones y gran diferencia de precios

8. En el caso de que el número de operaciones en hora punta para las que se preparan las empresas sea superior al número de operaciones totales en hora punta del día seleccionado y ninguna de las dos pueda asumirlas por si sola, y que el precio de la empresa "A" sea bastante mayor que el de la empresa "B", la empresa "B" realizará todas las operaciones para las que se ha equipado mientras que, la empresa "A", únicamente realizará las operaciones que restan hasta alcanzar la totalidad de operaciones en hora punta del día seleccionado. Esta consideración se ve expresada por la siguiente condición:

$$\begin{aligned} Si \quad & op(HA) + op(H"B) > op(Total) \\ con \quad & op(HA); op(H"B) < op(Total) \\ y \quad & p(H"A) \ll p(H"B) \rightarrow \end{aligned}$$

$$Payoff(HA) = Ingresos op(Totales - H"B) - Costes Fijos (H"A) - Costes variables (Totales - H"B")$$

Ecuación 16 Reparto de payoff en caso de no cubrir todas las operaciones para las que se equipa

Con estas consideraciones se crean las matrices de Payoff mostradas anteriormente en la **¡Error! No**

e encuentra el origen de la referencia., las cuales serán base del desarrollo para la obtención del equilibrio de Nash.

La variedad de estrategias que pueden darse en un problema de este estilo es infinita. En el caso de estrategias discretizadas, en las cuales a veces es complicado llegar a una solución de equilibrio, Wang [7] propone un método de cálculo del equilibrio de Nash en el cual establece una componente ε por la cual se encuentra una solución al equilibrio de Nash, basada en la proximidad de los payoff de las estrategias propuestas por ambas compañías al óptimo global.

En el caso de estudio, para la resolución del equilibrio de Nash, acorde a la dotación de datos de la que disponemos y la disposición de las tablas de payoff de cada compañía, se planteará una metodología basa en el uso de matrices auxiliares de unos y ceros, para la localización de las mejores estrategias de cada una de las empresas de handling.

El funcionamiento de dichas matrices es sencillo: si en la celda de la matriz de 1/0 aparece un 1, se debe a que la celda de la matriz de payoff a la que refleja, es la solución que mayor payoff aporta al jugador que se está estudiando. Si es 0, es que no es el valor que más payoff aporta.

Dada la forma en la que se han definido las matrices de payoff, la búsqueda de los máximos payoff se hará por filas para la empresa 1 y por columnas para la empresa 2, tal y como indica la siguiente expresión:

Si Celda $j = \max(\text{fila } i)$; 1; 0 para empresa H1

Si Celda $i = \max(\text{columna } j)$; 1; 0 para empresa H2

Ecuación 17 Selección del máximo payoff de cada estrategia para cada empresa

A continuación se muestra un ejemplo de la respuesta de dichas matrices:

H2	Operaciones	95	95	95	85	85	85	5	5	5	0	0	0
Operaciones	Precio	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	80	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	220	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	80	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	220	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
90	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
90	220	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
95	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
95	220	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 15 Ejemplo de matriz de 1/0 de búsqueda de máximo Payoff

Una vez se tengan las matrices de 1/0 para ambas empresas de handling, se procederá al cálculo de la matriz de búsqueda de equilibrios de Nash.

Dicha matriz consiste en otra matriz de 1/0, resultado de multiplicar las dos matrices de búsqueda de máximos de ambas empresas entre sí.

En el caso de que en la matriz de Nash, en una determinada celda correspondiente a unas determinadas estrategias elegidas por las empresas, aparezca un 1, querrá decir que se ha encontrado una solución factible al equilibrio de Nash. Si por el contrario, el resultado en dicha celda es de 0, quiere decir que esa combinación de estrategias por parte de ambas empresas no es equilibrio de Nash.

		HANDLING 2													
HANDLING 1	OPERACIONES	95	95	95	85	85	85	75	75	75	65	0	0	0	
	PRECIO	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	0	100	200	
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	0	80	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	0	220	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	220	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	220	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	95	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	95	220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 16 Tabla de búsqueda de equilibrio de Nash

Tal y como puede observarse en la **Tabla 16**, la matriz de búsqueda de Nash ha encontrado 5 soluciones factibles del problema. Ahora bien, no todas son las soluciones buscadas o idóneas para este problema.

Dado que se está buscando un equilibrio en el que ambas compañías de handling cubran la totalidad de operaciones del día, 3 de las soluciones obtenidas (sombreadas en naranja en la tabla) no pueden ser aceptadas como buenas, ya que no cubren la totalidad de operaciones:

9. Solución 1: H1(0 op, 0 €/op) y H2 (85 op, 200 €/op)
10. Solución 2: H1(0 op, 80 €/op) y H2 (85 op, 200 €/op)
11. Solución 3: H1(0 op, 220 €/op) y H2 (85 op, 200 €/op)

Sin embargo, las otras dos soluciones obtenidas mediante la matriz de búsqueda de equilibrio de Nash (sombreadas en amarillo en la tabla), sí que son aceptables ya que cubren la totalidad de operaciones:

- **Solución 4:** H1(10 op, 220 €/op) y H2 (85 op, 200 €/op)
- **Solución 5:** H1(20 op, 220 €/op) y H2(75 op, 200 €/op)

Por tanto, en términos de solución para el problema propuesto existen dos equilibrios de Nash, los cuales se corresponden con las **soluciones 4 y 5**.

Conclusiones

Este Trabajo Final de Máster en sus comienzos planteó una serie de objetivos a alcanzar, los cuales iban dirigidos a conseguir obtener una herramienta que permitiera a los distintos agentes implicados en los procesos aeroportuarios analizar de manera tanto operativa como estratégica, las distintas situaciones que pudieran darse en el entorno aeroportuario.

Desde el punto de vista **operativo**, se ha desarrollado una herramienta que permite simular diferentes situaciones en la que una compañía de handling asume un determinado número de operaciones sobre el total de operaciones que tienen lugar en hora punta.

En estas simulaciones, la herramienta asignará todos los elementos que son necesarios para el desarrollo de la actividad del handling, desde el módulo y stand, en contacto o remoto, en los que el avión deberá estacionar según las condiciones de origen/destino del vuelo, pasando por la cinta transportadora encargada del traslado de las maletas de los pasajeros, hasta los equipos personales y mecánicos necesarios para la correcta gestión del vuelo en tierra.

Esta herramienta, la cual emplea los tiempos empleados en cada operación como punto de apoyo para la asignación de los recursos a cada operación, permite además un análisis mucho más profundo de cada escenario y empresa. A nivel económico, permite ver los costes operacionales que cada empresa debe asumir si está dispuesta a captar un determinado número de operaciones.

Además, a través de distintas estrategias de precios, permite calcular los supuestos ingresos que cada compañía tuviera en el caso de que dichos precios fueran establecidos como precios de venta reales de los servicios a las aerolíneas.

Todo lo anterior, permite obtener las gráficas de beneficio de cada empresa ante cada uno de los escenarios de operaciones captadas planteados y de las distintas políticas tarifarias escogidas.

El análisis de costes ha permitido también observar que entre ciertos intervalos de operaciones hora asumidas, no se produce un incremento de costes fijos. Esto es, que existen ciertos intervalos de operaciones en los que un aumento de las mismas, no se traduce en la necesidad de aumentar el equipo necesario para captar dichas operaciones, ya que solamente se ven afectados los costes variables asociados al aumento de actividad.

Por otro lado, esta herramienta permite un análisis desde el punto de vista **estratégico** de manera que permite conocer cómo, dos empresas con unas estructuras de costes e ingresos ligadas a los distintos escenarios de operaciones en hora punta que están dispuestas a asumir y a los precios a los que venderían sus servicios a las aerolíneas, pueden repartirse un mercado en el que son únicas competidoras, de forma que ambas obtengan la máxima rentabilidad posible.

Para ello, esta herramienta permite realizar un análisis de competitividad de ambas empresas basado en la teoría de Nash, la cual busca las estrategias de una empresa que mayor rentabilidad le ofrecen indistintamente de las estrategias que siga la otra y de manera que ambas empresas cubran la totalidad de operaciones que tienen lugar en el día de estudio.

Este equilibrio se busca a través de las matrices de payoff de cada una de las empresas. Dichas matrices de payoff están basadas en el análisis económico de ingresos y gastos de las empresas, obtenidos en la parte operacional de esta herramienta, y acorde a unas condiciones e hipótesis explicadas en el apartado 3.1.6 de este trabajo.

Para la búsqueda de este equilibrio de Nash, se ha creado una metodología sencilla de búsqueda de los máximos payoff para cada una de las estrategias planteadas por cada empresa. La idea es sencilla:

- Para la búsqueda de las estrategias que proporcionan un mayor payoff para un jugador indiferentemente de las estrategias que siga el otro, se recurre a una matriz de 1/0
- Dicha matriz (una para cada jugador/empresa) marca con 1s, la posición en la que se encuentra el máximo payoff para el jugador estudiado en cada una de sus estrategias y para cada una de las estrategias planteadas por su oponente.
- La búsqueda de estos 1s, por la disposición de las matrices de payoff se realizará por filas para la empresa 1, y por columnas para la empresa 2.
- Una vez se dispongan de las dos matrices de 1/0 para ambas empresas se procede a calcular la matriz de búsqueda de equilibrio de Nash
- Esta matriz también de 1/0 es el resultado de multiplicar las matrices de búsqueda de máximos payoff de las empresas entre sí.
- Esta multiplicación permitirá conocer qué estrategias suponen un equilibrio de Nash, ya que, serán equilibrio de Nash aquellas estrategias de la empresa 1 y 2, en las que el valor de la celda correspondiente sea 1.

La teoría de Nash, dice que el número de soluciones para este tipo de problemas es impar por la definición matemática del problema. En el caso de estudio, se han obtenido 5 soluciones factibles, lo cual verifica la condición teórica.

		HANDLING 2													
HANDLING 1	OPERACIONES	95	95	95	85	85	85	75	75	75	65	0	0	0	
	PRECIO	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	0	100	200	
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	0	80	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	0	220	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	220	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	220	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	95	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	95	220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 17 Tabla de búsqueda de equilibrio de Nash

Ahora bien, no todas las soluciones obtenidas son válidas desde el punto de vista operativo. 3 de ellas, aunque son soluciones factibles al equilibrio de Nash, no cubre la totalidad de operaciones que tienen lugar en el aeropuerto de estudio en el día seleccionado, por lo que han de ser descartadas.

Sin embargo, las otras dos soluciones, sí que dan respuesta a la demanda de vuelos existente, por lo que además de ser soluciones factibles al problema, forman un equilibrio de Nash.

De acuerdo a la definición de los precios de venta de servicios de cada una de las empresas de handling y al número de operaciones que está dispuestas a asumir en hora punta, el equilibrio de Nash para este problema queda definido de la siguiente forma:

	H1	H2
Solución 4	10	85
Solución 5	20	75
precio	220	200

Tabla 18 Tabla de solución al equilibrio de Nash

Por tanto y como ha quedado demostrado, este Trabajo Final de Máster a través de esta herramienta basada en el empleo de hojas de Excel responde a los objetivos para los que fue ideada.

Además, el desarrollo de esta herramienta puede servir como base para el desarrollo de futuras investigaciones que persigan el objetivo de optimizar las operaciones de handling y por tanto, mejorar de manera notable el funcionamiento general del sistema aeroportuario como podrá verse en el siguiente apartado de Líneas de investigación futuras.

Líneas de investigación futuras.

En este trabajo se ha presentado una situación de cómo se reparte el mercado entre dos empresas de handling competidoras. El estudio ha permitido estudiar cómo las estrategias de planificación para la captación de operaciones en hora punta impactan directamente en los costes de dotación de recursos necesarios para la realización de esas actividades, y de cómo dos empresas presentes en el mercado, buscan un equilibrio de captación de operaciones que permita a ambas mantener una estructura de costes asumible, empleando para ello un equilibrio de Nash.

Pero además del profundo conocimiento de cómo funciona el sector del handling aeroportuario que ha otorgado el desarrollo de este estudio, ha permitido descubrir y perfilar una serie de temáticas de interés que bien continuarían o complementarían este trabajo. Algunas de las temáticas de investigación a futuro son:

1. Realizar un análisis de competitividad en donde en un mercado en el que coexisten dos empresas de handling, aparezca una tercera empresa, la cual, ofrece la subcontratación de cierto número de operaciones en hora punta, previamente asignadas a una de las dos primeras. Esto permitiría conocer como cambiaría el reparto del mercado y cómo una de las empresas existentes en el mercado pudiera estar interesada en subcontratar cierto número de operaciones, a cambio de reducir sus costes fijos y variables, al necesitar equiparse con menos recursos propios.
2. Por otro lado, podría estudiarse como en un mercado como el anteriormente explicado en el que conviven dos empresas que se reparten el mercado, se vería afectado por la aparición de una nueva aerolínea interesada en contratar los servicios de handling de una de las dos. La guerra de precios, y la optimización de recursos que llevarían a cabo cada una de ellas, permitiría observar la disposición de cada una de ellas de aceptar la realización de los servicios a esta nueva aerolínea, en base a los incrementos de costes que para ellos supusiera el atender dichas operaciones y los precios que la aerolínea estuviera dispuesta a pagar por operación.
3. Por último, podría estudiarse si una optimización de los recursos de handling destinados a realizar cierto número de operaciones, pudiera afectar de manera beneficiosa, mediante una reducción en el precio que esta empresa pone a cada aerolínea por asumir dichas operaciones, así como a los pasajeros usuarios de dicha aerolínea, la cual, al ver reducidos sus costes pudiera plantearse establecer una política tarifaria más accesible y deseable por los pasajeros, reduciendo una cierta cantidad el precio del billete de avión.

Agradecimientos

Como cierre a este ciclo de mi vida académica he de agradecer profundamente la dedicación, ganas y confianza que me han aportado tanto mi director de Trabajo Fin de Máster, Francesc Robusté, como mi co-director, César Trapote, los cuales desde la asignatura de Gestión de Aeropuerto han sabido guiar mi interés por esta bonita temática, a veces, muy alejada de los intereses que se le presuponen a un Ingeniero Civil.

A César, además he de agradecerle las numerosas horas que, con papel y bolígrafo en mano, ha derrochado en explicarme con la mayor de las pasiones, cómo resolver algunos de los problemas que iban surgiendo en el desarrollo del código, además del hecho de hacerme ver cuán lejos podíamos llegar con este proyecto surgido de una idea madurada largo tiempo en su cabeza y que ha sabido transmitir a la perfección.

A Natalia, por apoyarme, por animarme, por estar. Por aportar ese punto de vista que complementaba a la perfección las ideas que surgían de mi cabeza; por hacerme ver que todo este esfuerzo merecía la pena; por las horas y horas que pasabas a mi lado mientras yo trabajaba. A partir de ahora podré devolverte todas las horas que te debo y te robé.

Y por último y más importante, a mi madre y a mi hermano, por el esfuerzo que han realizado y que les ha supuesto que yo esté hoy aquí. Todas las horas que he dedicado, han sido mi forma de pagaros. Todos los logros, son consecuencia de vuestro continuo apoyo desde la distancia. Este último trabajo, también es para vosotros. Gracias por todo, ahora y siempre. Lo hemos logrado.

Bibliografía

Referencias bibliográficas

- [1] TITAN, Turnaround integration in trajectory and network. Seven Framework European Programme. 2010 – 2013.
- [2] Davies Gleave, Steer. Study on employment and working conditions in air transport and airports. DG MOVE, European Commission. (2015)
- [3] Davies Gleave, Steer. Study on airport ownership and management and the ground handling market in selected non-EU countries. DG MOVE, European Commission. (2016)
- [4] UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA*. 5512 – Gestión de recursos de handling en aeropuertos congestionados. 2013. *Escola d'Enginyeria. Trabajo final de grado de gestión aeronáutica. Alejandro Agustí Chávez.
- [5] AECA. Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas*. La Contabilidad de Gestión en las empresas de Transporte Aéreo*. 2011
- [6] TITAN AIRWAYS, Ground Handling Manual. 2012.
- [7] WANG, H. MENG, Q. ZHANG, X. Game-theoretical models for competition analysis in a new emerging liner container shipping market. Transportation Research Part B 70 (2014) 201–227
- [8] Robusté, Francesc. Gestión del equipaje en aeropuertos. 1994-95.
- [9] Kierzkowski, A and Kisiel, T.. “Conception of logistic support model for the functioning of a ground handling agent at the airport”. Wroclaw University of Technology, Poland. 2014.
- [10] F. Gomez, D. Scholz. Improvements to ground handling operations and their benefits to direct operating costs - Hamburg University of Applied Sciences. 2009.
- [11] Sanz de Vicente, Sara. Ground Handling Simulation with CAST (Master Thesis) - Hamburg University of Applied Sciences. 2010.
- [12] Gibbons. Theory Games for Applied Economists.1992.
- [13] Asford. Airport Operations.1984
- [14] Gorejova, J. “Reduction of operating costs of aircrafts’ ground handling in a selected company”. 2014

Bibliografia complementària

Airport Handling Manual - IATA. 36th version. 2015

Gestión de Aeropuertos - UPC. Máster Supply Chain, Transport and Mobility. 2015

ASP ZERBIB. Ground Handling Document.

Trabajo de Final de Máster
Máster en Supply Chain, Transport and Mobility

**Desarrollo de un modelo causal para las
operaciones de handling en aeropuertos**

ANEXO

Autor: Borja Vallejo Basualdo
Director/es: Francesc Robusté Antón
César Trapote Barreira
Convocatoria: Septiembre 2016



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



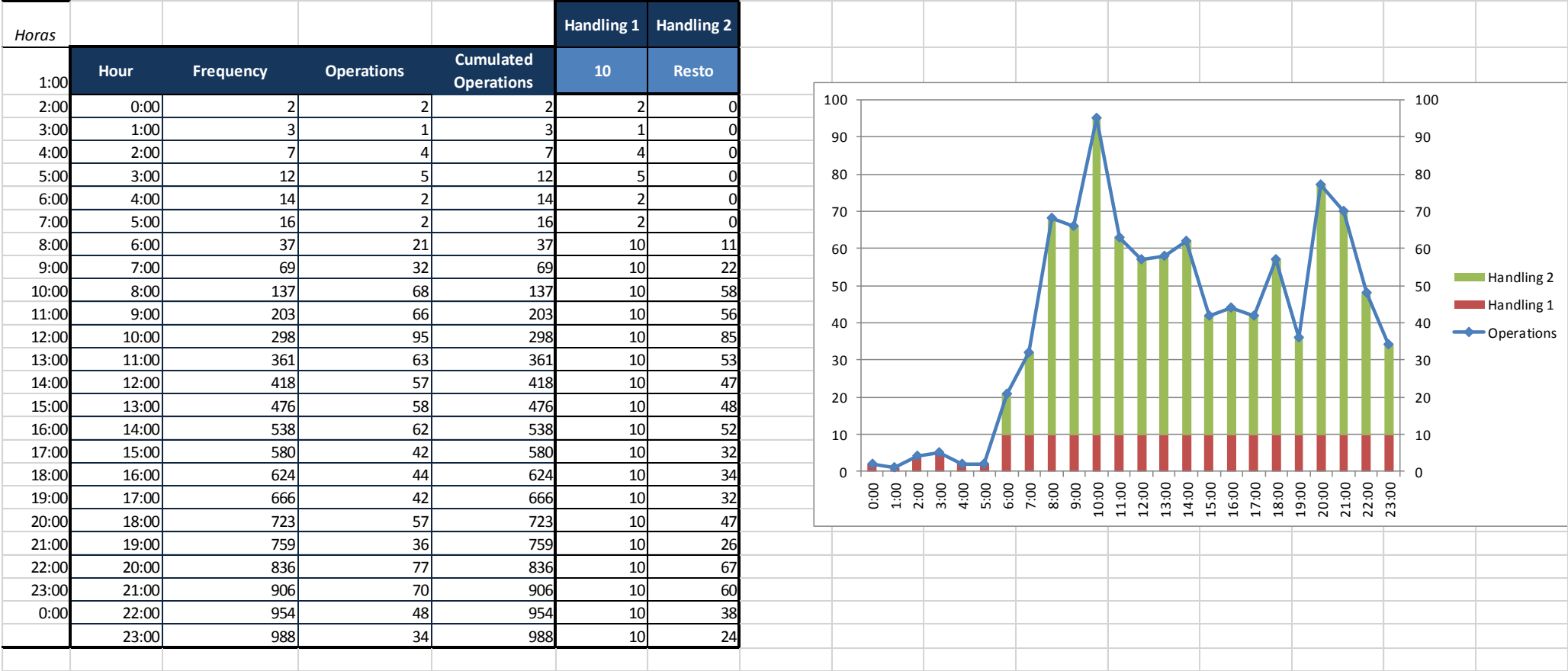
IMÁGENES DE LA COMPOSICIÓN DE LAS HOJAS DE LOS EXCEL DE SIMULACIONES

Hoja 1: FS (1/3)

Programa de Vuelos y análisis

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module	Puerta	Cinta	Español Grande	Handling company
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 737	C	38	1	0	1
Departure	ISF1	ISF1_2	ALC	National	0:48:00	Boeing 737	D	80	1	0	1
Arrival	ILF1	ILF1_14	CWL	International	1:49:00	Boeing 757	A	1	1	0	1
Arrival	ILF1	ILF1_10	LTN	International	2:09:00	Boeing 757	A	2	1	0	1
Arrival	ILF1	ILF1_20	EMA	International	2:14:00	Boeing 757	A	3	2	0	1
Departure	ILF1	ILF1_15	CWL	International	2:47:00	Boeing 757	A	1	1	0	1
Arrival	ILF1	ILF1_12	STN	International	2:57:00	Boeing 757	A	1	1	0	1
Departure	ILF1	ILF1_21	EMA	International	3:02:00	Boeing 757	A	2	2	0	1
Arrival	N4	ILF1_11	LTN	International	3:09:00	Boeing 757	A	4	1	0	1
Departure	ILF1	N4_5	MAD	National	3:23:00	Boeing 717	D	81	1	1	1
Arrival	N4	N4_6	MAD	National	3:50:00	Boeing 717	D	80	1	1	1
Departure	N4	N4_11	MAD	National	3:58:00	Boeing 717	D	82	2	1	1
Departure	ILF1	ILF1_13	STN	International	4:07:00	Boeing 757	A	1	1	0	1
Departure	N4	N4_12	MAD	National	4:41:00	Boeing 717	D	80	1	1	1
Arrival	N4	N4_7	BCN	National	5:16:00	Boeing 717	D	80	1	1	1
Arrival	N4	N4_1	MAD	National	5:42:00	Boeing 717	D	81	1	1	1
Departure	ISF2	ISF2_54	GOT	International	6:09:00	Boeing 737	C	38	1	0	1
Departure	N5	ISF2_11	MAD	National	6:15:00	Boeing 737	D	80	2	1	1
Departure	N5	N4_8	MAH	National	6:20:00	Boeing 737	B	30	1	0	1
Departure	ISF2	ISF2_44	BCN	National	6:21:00	Boeing 737	D	81	3	1	1
Departure	ISF2	N5_8	BCN	National	6:28:00	Boeing 717	D	83	2	1	1
Departure	N4	N5_2	MAD	National	6:32:00	Boeing 717	D	84	1	1	1
Departure	ISF2	ISF2_25	MAN	International	6:35:00	Boeing 737	A	3	3	0	1
Departure	ISF3	ISF3_124	HAI	International	6:47:00	Boeing 737	C	39	1	0	1
Departure	ISF2	ISF3_151	FRA	International	6:47:00	Boeing 737	C	40	2	0	1
Arrival	ISF3	ISF7_9	HAI	International	6:52:00	Boeing 737	C	38	3	0	1
Arrival	ISF4	ISF4_38	FRA	International	6:53:00	Boeing 737	C	41	4	0	2
Departure	ISF2	N4_2	IBZ	National	6:53:00	Boeing 737	B	31	5	0	2
Arrival	ISF5	ISF5_10	FRA	International	6:54:00	Boeing 737	C	42	6	0	2

Histograma de vuelos horas según operaciones en hora punta asumidas por empresa 1 y gráfico de operaciones asumidas por cada empresa



Hoja 2: PAX

Hoja con los tiempos de viaje de los pasajeros de las puertas de embarque al punto de recogida de maletas en el aeropuerto de estudio

N	O	P	Q	S	T	U	V	X	Y	Z	AA	AC	AD	AE	AF
Modulo A Puerta	F/S	Planta	tiempo + puerta	Modulo B Puerta	F/S	Planta	tiempo + puerta	Modulo C Puerta	F/S	Planta	tiempo + puerta	Modulo D Puerta	F/S	Planta	tiempo + puerta
1	S	0	0:08:36	30	S	0	0:04:00	38	S	1	0:05:33	80	G	1	0:05:03
2	S	0	0:08:36	31	S	0	0:03:43	39	S	1	0:05:33	81	S	1	0:05:03
3	S	0	0:08:23	32	S	0	0:03:43	40	S	1	0:05:53	82	G	1	0:05:43
4	S	0	0:08:23	33	S	0	0:04:13	41	S	1	0:05:53	83	S	1	0:05:43
5	S	0	0:08:13	34	S	0	0:04:03	42	S	1	0:06:13	84	G	1	0:06:23
6	S	0	0:08:13	35	S	0	0:03:50	43	S	1	0:06:13	86	G	1	0:07:13
9	G	1	0:08:30	36	S	0	0:03:43	44	S	1	0:06:33	87	S	1	0:07:13
10	G	1	0:08:30	37	S	0	0:03:53	45	S	1	0:06:33	88	G	1	0:07:13
11	G	1	0:08:30					46	S	1	0:07:00	89	S	1	0:07:13
12	G	1	0:07:47					48	S	1	0:07:20	90	G	1	0:07:47
13	G	1	0:07:47					50	G	1	0:07:47	91	S	1	0:07:47
14	G	1	0:07:13					52	G	1	0:08:33	92	G	1	0:08:20
16	G	1	0:06:23					54	G	1	0:09:20	93	S	1	0:08:20
17	G	1	0:06:23					55	S	1	0:09:20	94	G	1	0:08:53
18	G	1	0:06:13					56	G	1	0:10:07	95	S	1	0:08:53
19	G	1	0:06:13					57	S	1	0:10:07	96	G	1	0:09:27
20	G	1	0:05:57					58	G	1	0:10:53	97	S	1	0:09:27
21	G	1	0:05:57					59	S	1	0:10:53	98	G	1	0:10:00
22	G	1	0:05:57					60	G	1	0:09:20	99	S	1	0:10:00
23	S	0	0:07:40					61	S	1	0:09:20				
24	S	0	0:07:40					62	G	1	0:08:47				
25	S	0	0:07:53					63	S	1	0:08:47				
26	S	0	0:07:53					64	G	1	0:08:13				
27	S	0	0:08:03					65	S	1	0:08:13				
28	S	0	0:08:03					66	G	1	0:07:40				
								67	S	1	0:07:40				
								68	G	1	0:07:07				
								69	S	1	0:07:53				
								71	S	1	0:04:33				
								72	S	1	0:04:33				
								73	S	1	0:04:33				

Hoja 3: MALETAS

Hoja con los tiempos de viaje de los equipo de las puertas de embarque al punto H de concentración de equipos

Modulo A Puerta	F/S	Planta	Tiempo a H	Modulo B Puerta	F/S	Planta	Tiempo a H	Modulo C Puerta	F/S	Planta	Tiempo a H	Modulo D Puerta	F/S	Planta	Tiempo a H
1	S	0	0:01:14	30	S	0	0:00:17	38	S	1	0:00:40	80	G	1	0:00:38
2	S	0	0:01:14	31	S	0	0:00:16	39	S	1	0:00:40	81	S	1	0:00:38
3	S	0	0:01:12	32	S	0	0:00:16	40	S	1	0:00:43	82	G	1	0:00:43
4	S	0	0:01:12	33	S	0	0:00:18	41	S	1	0:00:43	83	S	1	0:00:43
5	S	0	0:01:11	34	S	0	0:00:17	42	S	1	0:00:45	84	G	1	0:00:48
6	S	0	0:01:11	35	S	0	0:00:16	43	S	1	0:00:45	86	G	1	0:00:54
9	G	1	0:01:14	36	S	0	0:00:16	44	S	1	0:00:48	87	S	1	0:00:54
10	G	1	0:01:14	37	S	0	0:00:16	45	S	1	0:00:48	88	G	1	0:00:54
11	G	1	0:01:14					46	S	1	0:00:51	89	S	1	0:00:54
12	G	1	0:01:08					48	S	1	0:00:53	90	G	1	0:00:58
13	G	1	0:01:08					50	G	1	0:00:57	91	S	1	0:00:58
14	G	1	0:01:03					52	G	1	0:01:02	92	G	1	0:01:02
16	G	1	0:00:56					54	G	1	0:01:08	93	S	1	0:01:02
17	G	1	0:00:56					55	S	1	0:01:08	94	G	1	0:01:06
18	G	1	0:00:54					56	G	1	0:01:14	95	S	1	0:01:06
19	G	1	0:00:54					57	S	1	0:01:14	96	G	1	0:01:10
20	G	1	0:00:52					58	G	1	0:01:19	97	S	1	0:01:10
21	G	1	0:00:52					59	S	1	0:01:19	98	G	1	0:01:14
22	G	1	0:00:52					60	G	1	0:01:08	99	S	1	0:01:14
23	S	0	0:01:14					61	S	1	0:01:08				
24	S	0	0:01:14					62	G	1	0:01:04				
25	S	0	0:01:17					63	S	1	0:01:04				
26	S	0	0:01:17					64	G	1	0:01:00				
27	S	0	0:01:18					65	S	1	0:01:00				
28	S	0	0:01:18					66	G	1	0:00:56				
								67	S	1	0:00:56				
								68	G	1	0:00:52				
								69	S	1	0:00:57				
								71	S	1	0:00:33				
								72	S	1	0:00:33				
								73	S	1	0:00:33				

Hoja con los tiempos de viaje de los equipo del punto H de concentración de equipos a las distintas cintas

A 1-5	B 6-10	C 11-16	desde H
0:02:00	0:01:00	0:02:00	

Hoja 4: HANDLING1 (la hoja 5 es igual para la empresa 2) (1/3)

Hoja de asignación de recursos a empresa de handling

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module	Puerta	Cinta	Español Grande	Handling company
Arrival	ISF13	ISF3_54	VLC	National	23:16:00	Boeing 737	B	33	2	0	1
Resource	Start time	Finish time									

Tabla de recursos con los tiempos de finalización de su última actividad

Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time
Personnel3_1	23:26:12	Personnel4_1	21:50:00	Wagon2_1	23:27:06	Wagon4_1	21:43:26	Coach2_1	23:27:06	Coach3_1	19:16:26
Personnel3_2	23:28:33	Personnel4_2	20:56:00	Wagon2_2	23:29:17	Wagon4_2	19:36:43	Coach2_2	23:29:17	Coach3_2	19:36:43
Personnel3_3	23:31:34	Personnel4_3	19:40:49	Wagon2_3	23:33:14	Wagon4_3	19:41:54	Coach2_3	23:33:17	Coach3_3	19:49:45
Personnel3_4	23:32:29	Personnel4_4	19:48:31	Wagon2_4	23:33:17	Wagon4_4	19:49:45	Coach2_4	23:35:58		
Personnel3_5	23:33:47	Personnel4_5	9:53:00	Wagon2_5	23:34:54			Coach2_5	23:38:18		
Personnel3_6	23:34:56			Wagon2_6	23:35:58			Coach2_6	13:35:33		
Personnel3_7	23:36:29			Wagon2_7	23:36:14			Coach2_7	10:29:47		
Personnel3_8	23:36:35			Wagon2_8	23:38:18						

Hoja 4: HANDLING1 (la hoja 5 es igual para la empresa 2) (2/3)

Tabla de registro histórico de asignación de recursos y operaciones

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module	Puerta	Cinta	Español Grande	Handling company	Resource
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Personnel3_1
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Wagon2_1
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Coach2_1
Departure	ISF1	ISF1_2	ALC	National	0:48:00	Boeing 73 D		80	1	0	1	Personnel3_1
Departure	ISF1	ISF1_2	ALC	National	0:48:00	Boeing 73 D		80	1	0	1	Wagon2_1
Arrival	ILF1	ILF1_14	CWL	International	1:49:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Personnel4_1
Arrival	ILF1	ILF1_14	CWL	International	1:49:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Wagon4_1
Arrival	ILF1	ILF1_14	CWL	International	1:49:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Coach3_1
Arrival	ILF1	ILF1_10	LTN	International	2:09:00	Boeing 75 A		2	1	0	1	Personnel4_2
Arrival	ILF1	ILF1_10	LTN	International	2:09:00	Boeing 75 A		2	1	0	1	Wagon4_2
Arrival	ILF1	ILF1_10	LTN	International	2:09:00	Boeing 75 A		2	1	0	1	Coach3_2
Arrival	ILF1	ILF1_20	EMA	International	2:14:00	Boeing 75 A		3	2	0	1	Personnel4_3
Arrival	ILF1	ILF1_20	EMA	International	2:14:00	Boeing 75 A		3	2	0	1	Wagon4_3
Arrival	ILF1	ILF1_20	EMA	International	2:14:00	Boeing 75 A		3	2	0	1	Coach3_3
Departure	ILF1	ILF1_15	CWL	International	2:47:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Personnel4_1
Departure	ILF1	ILF1_15	CWL	International	2:47:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Wagon4_1
Departure	ILF1	ILF1_15	CWL	International	2:47:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Coach3_1
Arrival	ILF1	ILF1_12	STN	International	2:57:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Personnel4_1
Arrival	ILF1	ILF1_12	STN	International	2:57:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Wagon4_1
Arrival	ILF1	ILF1_12	STN	International	2:57:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Coach3_1
Departure	ILF1	ILF1_21	EMA	International	3:02:00	Boeing 75 A		2	2	0	1	Personnel4_2
Departure	ILF1	ILF1_21	EMA	International	3:02:00	Boeing 75 A		2	2	0	1	Wagon4_2
Departure	ILF1	ILF1_21	EMA	International	3:02:00	Boeing 75 A		2	2	0	1	Coach3_2
Arrival	N4	ILF1_11	LTN	International	3:09:00	Boeing 75 A		4	1	0	1	Personnel4_2
Arrival	N4	ILF1_11	LTN	International	3:09:00	Boeing 75 A		4	1	0	1	Wagon4_2
Arrival	N4	ILF1_11	LTN	International	3:09:00	Boeing 75 A		4	1	0	1	Coach3_2
Departure	ILF1	N4_5	MAD	National	3:23:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Personnel3_1
Departure	ILF1	N4_5	MAD	National	3:23:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Wagon2_1
Departure	ILF1	N4_5	MAD	National	3:23:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Coach2_1
Arrival	N4	N4_6	MAD	National	3:50:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Personnel3_1
Arrival	N4	N4_6	MAD	National	3:50:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Wagon2_1
Departure	N4	N4_11	MAD	National	3:58:00	Boeing 71 D		82	2	1	1	Personnel3_2
Departure	N4	N4_11	MAD	National	3:58:00	Boeing 71 D		82	2	1	1	Wagon2_2
Departure	ILF1	ILF1_13	STN	International	4:07:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Personnel4_1
Departure	ILF1	ILF1_13	STN	International	4:07:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Wagon4_1
Departure	ILF1	ILF1_13	STN	International	4:07:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Coach3_1
Departure	N4	N4_12	MAD	National	4:41:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Personnel3_1
Departure	N4	N4_12	MAD	National	4:41:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Wagon2_1
Arrival	N4	N4_7	BCN	National	5:16:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Personnel3_1
Arrival	N4	N4_7	BCN	National	5:16:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Wagon2_1
Arrival	N4	N4_1	MAD	National	5:42:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Personnel3_2
Arrival	N4	N4_1	MAD	National	5:42:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Wagon2_2
Arrival	N4	N4_1	MAD	National	5:42:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Coach2_1
Departure	ISF2	ISF2_54	GOT	International	6:09:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Personnel3_1
Departure	ISF2	ISF2_54	GOT	International	6:09:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Wagon2_1

Hoja 4: HANDLING1 (la hoja 5 es igual para la empresa 2) (3/3)

Tabla de contabilización de recursos y número de veces que han sido empleados a lo largo del día de estudio

Resource #		Resource #		Resource #		Resource #		Resource #		Resource #	
Personnel3_	47	Personnel4_	21	Wagon2_1	46	Wagon4_1	27	Coach2_1	41	Coach3_1	20
Personnel3_	29	Personnel4_	11	Wagon2_2	31	Wagon4_2	8	Coach2_2	26	Coach3_2	5
Personnel3_	27	Personnel4_	5	Wagon2_3	29	Wagon4_3	3	Coach2_3	20	Coach3_3	3
Personnel3_	19	Personnel4_	2	Wagon2_4	19	Wagon4_4	2	Coach2_4	12	Coach3_4	0
Personnel3_	18	Personnel4_	1	Wagon2_5	16	Wagon4_5	0	Coach2_5	7	Coach3_5	0
Personnel3_	8	Personnel4_	0	Wagon2_6	7	Wagon4_6	0	Coach2_6	1	Coach3_6	0
Personnel3_	5	Personnel4_	0	Wagon2_7	5	Wagon4_7	0	Coach2_7	1	Coach3_7	0

Tabla de costes fijo y variables asociados a cada recurso, y costes totales

Coste Fijo Recurso	Coste Fijo Recurso	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	TOTAL	Cf	Cv
Personnel3	Personnel4	Wagon2	Wagon2	Wagon4	Wagon4	Coach 2	Coach 2	Coach 3	Coach 3			
187,5	250,0	56,6	40,0	113,2	40,0	456,6	50,0	684,9	50,0			
4.687,50 €	2.750,00 €	1.358,90 €	36.000,00 €	1.019,18 €	5.120,00 €	8.675,80 €	26.900,00 €	3.424,66 €	4.150,00 €	94.086,04 €	21.916,04 €	72.170,00 €

IMÁGENES DE LA COMPOSICIÓN DE LAS HOJAS DEL EXCEL DEL ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD

Hoja 1: ESTADOS EMPRESAS

ESTADOS DE CUENTAS PARA EMPRESAS DE HANDLING SEGÚN LOS DISTINTOS ESCENARIOS

INGRESOS HANDLING 1		Precios/operación		
		0	80	220
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	10	-	15.680,00	43.120,00
	20	-	37.600,00	75.200,00
	30	-	54.700,00	109.400,00
	40	-	69.900,00	139.800,00
	50	-	81.500,00	163.000,00
	60	-	90.700,00	181.400,00
	70	-	95.600,00	191.200,00
	80	-	97.300,00	194.600,00
	90	-	98.300,00	196.600,00
	95	-	98.800,00	197.600,00

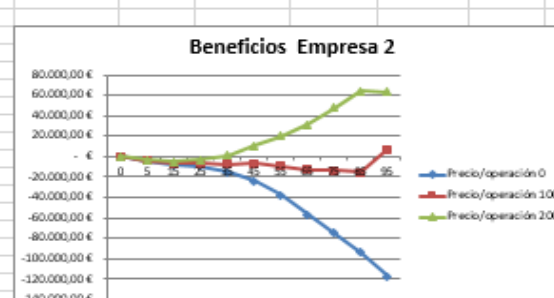
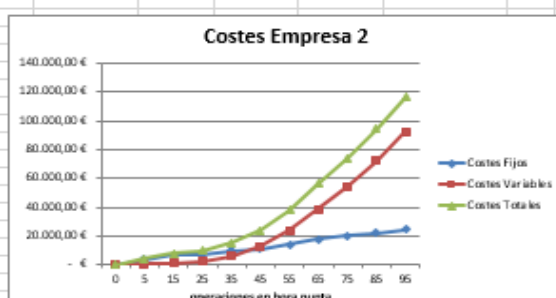
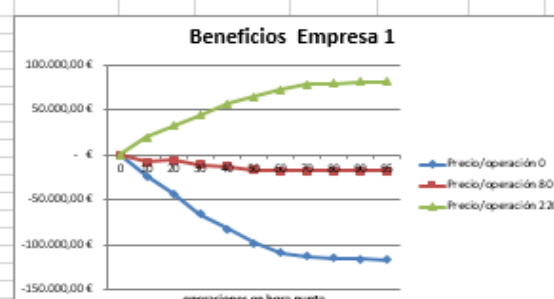
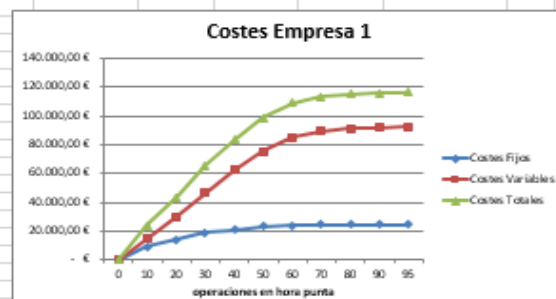
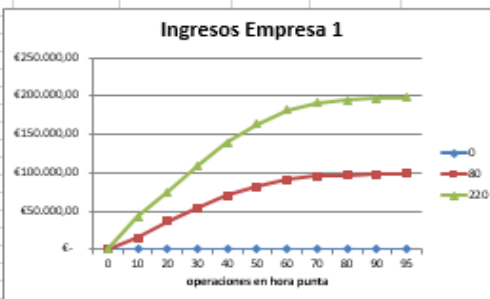
COSTES TOTALES HANDLING 1		Cartera		
		Fijas	Variables	Totales
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	10	8.907,08	14.640,00	23.547,08
	20	13.978,82	29.740,00	43.718,82
	30	18.999,09	46.800,00	65.799,09
	40	20.519,69	62.680,00	83.199,69
	50	23.232,59	75.120,00	98.352,59
	60	23.845,83	85.150,00	108.995,83
	70	24.220,83	89.210,00	113.430,83
	80	24.220,83	91.070,00	115.290,83
	90	24.220,83	91.740,00	115.960,83
	95	24.334,08	92.380,00	116.714,08

BENEFICIOS HANDLING 1		Precios/operación		
		0	80	220
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	10	-	23.547,08	19.572,92
	20	-	43.718,82	31.481,18
	30	-	65.799,09	43.600,91
	40	-	83.199,69	56.600,31
	50	-	98.352,59	64.647,41
	60	-	108.995,83	72.404,17
	70	-	113.430,83	77.769,17
	80	-	115.290,83	79.309,17
	90	-	115.960,83	80.639,17
	95	-	116.714,08	80.885,92

INGRESOS HANDLING 2		Precios/operación		
		0	100	200
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	5	-	500,00	1.000,00
	15	-	1.500,00	3.000,00
	25	-	3.200,00	6.400,00
	35	-	8.100,00	16.200,00
	45	-	17.300,00	34.600,00
	55	-	28.900,00	57.800,00
	65	-	44.100,00	88.200,00
	75	-	61.200,00	122.400,00
	85	-	79.200,00	158.400,00
	95	-	123.500,00	179.636,36

COSTES TOTALES HANDLING 2		Cartera		
		Fijas	Variables	Totales
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	5	3.711,07	440,00	4.151,07
	15	6.773,97	1.190,00	7.963,97
	25	7.018,09	2.520,00	9.538,09
	35	9.515,18	5.810,00	15.325,18
	45	11.035,79	12.800,00	23.835,79
	55	14.067,07	23.930,00	37.997,07
	65	17.955,71	38.520,00	56.475,71
	75	19.870,43	54.510,00	74.380,43
	85	21.916,04	72.170,00	94.086,04
	95	24.334,08	92.380,00	116.714,08

BENEFICIOS HANDLING 2		Precios/operación		
		0	100	200
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	5	-	4.151,07	3.151,07
	15	-	7.963,97	4.963,97
	25	-	9.538,09	3.138,09
	35	-	15.325,18	874,82
	45	-	23.835,79	10.764,21
	55	-	37.997,07	19.802,93
	65	-	56.475,71	31.724,29
	75	-	74.380,43	48.019,57
	85	-	94.086,04	64.313,96
	95	-	116.714,08	62.922,29



Hoja 2: HANDLING1

Matriz de Payoff para la empresa 1 (1/2)

A OFF H1 Operaciones		95	95	95	85	85	85	75	75	75	65	65	65	55	55	55	45
Operaciones Precio		0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	- 2.242,58 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €
10	80	- 8.907,08 €	- 599,40 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €
10	220	- 8.907,08 €	- 8.907,08 €	- 2.050,50 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €
20	0	- 7.603,27 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 8.327,40 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €
20	80	- 13.978,82 €	- 851,31 €	- 6.118,82 €	- 12.938,82 €	- 6.118,82 €	- 932,39 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €
20	220	- 13.978,82 €	- 13.978,82 €	- 6.022,49 €	- 14.501,18 €	- 14.501,18 €	- 6.596,06 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €
30	0	- 15.791,78 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 17.164,98 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 18.799,74 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €
30	80	- 18.999,09 €	- 2.131,02 €	- 11.099,09 €	- 17.959,09 €	- 2.316,33 €	- 11.099,09 €	- 11.139,09 €	- 2.536,93 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €
30	220	- 18.999,09 €	- 18.999,09 €	- 11.510,64 €	- 9.480,91 €	- 9.480,91 €	- 12.511,57 €	- 26.460,91 €	- 26.460,91 €	- 13.703,14 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €
40	0	- 24.651,76 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 26.623,90 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 28.939,02 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 31.695,12 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €
40	80	- 20.519,69 €	- 3.152,52 €	- 13.299,69 €	- 19.479,69 €	- 3.404,72 €	- 13.299,69 €	- 12.659,69 €	- 3.700,78 €	- 13.299,69 €	- 31.618,78 €	- 4.053,24 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €
40	220	- 20.519,69 €	- 20.519,69 €	- 18.447,51 €	- 7.960,31 €	- 7.960,31 €	- 19.923,31 €	- 24.940,31 €	- 24.940,31 €	- 21.655,77 €	- 23.081,22 €	- 23.081,22 €	- 56.600,31 €	- 56.600,31 €	- 56.600,31 €	- 56.600,31 €	- 56.600,31 €
50	0	- 29.141,51 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 36.426,89 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 39.341,04 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 42.762,00 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 46.834,57 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 98.35

Matriz de Payoff para la empresa 1 (2/2)

	45	45	35	35	35	25	25	25	15	15	15	5	5	5	0	0	
	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	#####	#####	- 23.547,08 €	#####	#####	- 23.547,08 €	#####	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	#####	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	#####	- 23.547,08 €
-	7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €
	19.572,92 €	19.572,92 €	19.572,92 €	#####	#####	19.572,92 €	#####	#####	19.572,92 €	#####	19.572,92 €	19.572,92 €	#####	19.572,92 €	19.572,92 €	#####	19.572,92 €
	43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	#####	#####	- 43.718,82 €	#####	#####	- 43.718,82 €	#####	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	#####	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	#####	- 43.718,82 €
	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €
	31.481,18 €	31.481,18 €	31.481,18 €	#####	#####	31.481,18 €	#####	#####	31.481,18 €	#####	31.481,18 €	31.481,18 €	#####	31.481,18 €	31.481,18 €	#####	31.481,18 €
-	65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	#####	#####	- 65.799,09 €	#####	#####	- 65.799,09 €	#####	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	#####	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	#####	- 65.799,09 €
-	11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	#####	#####	- 11.099,09 €	#####	#####	- 11.099,09 €	#####	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	#####	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	#####	- 11.099,09 €
	43.600,91 €	43.600,91 €	43.600,91 €	#####	#####	43.600,91 €	#####	#####	43.600,91 €	#####	43.600,91 €	43.600,91 €	#####	43.600,91 €	43.600,91 €	#####	43.600,91 €
-	83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	#####	#####	- 83.199,69 €	#####	#####	- 83.199,69 €	#####	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	#####	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	#####	- 83.199,69 €
-	13.299,69 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	#####	#####	- 13.299,69 €	#####	#####	- 13.299,69 €	#####	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	#####	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	#####	- 13.299,69 €
	56.600,31 €	56.600,31 €	56.600,31 €	#####	#####	56.600,31 €	#####	#####	56.600,31 €	#####	56.600,31 €	56.600,31 €	#####	56.600,31 €	56.600,31 €	#####	56.600,31 €
	98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	#####	#####	- 98.352,59 €	#####	#####	- 98.352,59 €	#####	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	#####	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	#####	- 98.352,59 €
	16.852,59 €	- 16.852,59 €	- 16.852,59 €	#####	#####	- 16.852,59 €	#####	#####	- 16.852,59 €	#####	- 16.852,59 €	- 16.852,59 €	#####	- 16.852,59 €	- 16.852,59 €	#####	- 16.852,59 €
	64.647,41 €	64.647,41 €	64.647,41 €	#####	#####	64.647,41 €	#####	#####	64.647,41 €	#####	64.647,41 €	64.647,41 €	#####	64.647,41 €	64.647,41 €	#####	64.647,41 €
-	108.995,83 €	-108.995,83 €	- 108.995,83 €	#####	#####	- 108.995,83 €	#####	#####	- 108.995,83 €	#####	- 108.995,83 €	- 108.995,83 €	#####	- 108.995,83 €	- 108.995,83 €	#####	- 108.995,83 €
	- 8.363,81 €	- 8.363,81 €	- 18.295,83 €	#####	#####	- 18.295,83 €	#####	#####	- 18.295,83 €	#####	- 18.295,83 €	- 18.295,83 €	#####	- 18.295,83 €	- 18.295,83 €	#####	- 18.295,83 €
	64.034,17 €	45.511,19 €	72.404,17 €	#####	#####	72.404,17 €	#####	#####	72.404,17 €	#####	72.404,17 €	72.404,17 €	#####	72.404,17 €	72.404,17 €	#####	72.404,17 €
-	113.430,83 €	-113.430,83 €	- 75.620,56 €	#####	#####	- 113.430,83 €	#####	#####	- 113.430,83 €	#####	- 113.430,83 €	- 113.430,83 €	#####	- 113.430,83 €	- 113.430,83 €	#####	- 113.430,83 €
-	8.682,84 €	- 17.830,83 €	- 18.670,83 €	- 9.509,78 €	#####	- 17.830,83 €	#####	#####	- 17.830,83 €	#####	- 17.830,83 €	- 17.830,83 €	#####	- 17.830,83 €	- 17.830,83 €	#####	- 17.830,83 €
	63.659,17 €	52.071,53 €	72.029,17 €	#####	#####	77.769,17 €	#####	#####	77.769,17 €	#####	77.769,17 €	77.769,17 €	#####	77.769,17 €	77.769,17 €	#####	77.769,17 €
-	115.290,83 €	-115.290,83 €	- 80.202,32 €	#####	#####	- 87.840,63 €	#####	#####	- 115.290,83 €	#####	- 115.290,83 €	- 115.290,83 €	#####	- 115.290,83 €	- 115.290,83 €	#####	- 115.290,83 €
	- 9.211,31 €	- 17.990,83 €	- 18.670,83 €	#####	#####	- 17.830,83 €	#####	#####	- 17.990,83 €	#####	- 17.990,83 €	- 17.990,83 €	#####	- 17.990,83 €	- 17.990,83 €	#####	- 17.990,83 €
	63659,16667	55.833,65 €	72.029,17 €	72029,1667	#####	77.769,17 €	77769,1667	#####	79.309,17 €	#####	79.309,17 €	79.309,17 €	#####	79.309,17 €	79.309,17 €	#####	79.309,17 €
-	115.960,83 €	-115.960,83 €	- 83.491,80 €	#####	#####	- 90.751,96 €	#####	#####	- 99.395,00 €	#####	- 115.960,83 €	- 115.960,83 €	#####	- 115.960,83 €	- 115.960,83 €	#####	- 115.960,83 €
-	9.419,11 €	- 17.660,83 €	- 18.670,83 €	#####	#####	- 17.830,83 €	#####	#####	- 17.990,83 €	#####	- 17.660,83 €	- 17.660,83 €	#####	- 17.660,83 €	- 17.660,83 €	#####	- 17.660,83 €
	63.659,17 €	59.135,39 €	72.029,17 €	#####	#####	77.769,17 €	#####	#####	79.309,17 €	#####	76.031,21 €	80.639,17 €	#####	80.639,17 €	80.639,17 €	#####	80.639,17 €
-	116.714,08 €	-116.714,08 €	- 85.291,06 €	#####	#####	- 92.398,64 €	#####	#####	- 100.798,52 €	#####	- 116.714,08 €	- 110.878,37 €	#####	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	#####	- 116.714,08 €
	- 9.724,78 €	- 17.914,08 €	- 18.784,08 €	#####	#####	- 17.944,08 €	#####	#####	- 18.104,08 €	#####	- 17.914,08 €	- 17.774,08 €	#####	- 17.914,08 €	- 17.914,08 €	#####	- 17.914,08 €
	63545,92466	60.375,57 €	71.915,92 €	71915,9247	#####	77.655,92 €	77655,9247	#####	79.195,92 €	79195,9247	76.841,63 €	80.525,92 €	80525,9247	84.525,79 €	80.885,92 €	#####	80.885,92 €

Matriz de búsqueda de Máximo Payoff (1/2)

[illegible]

Matriz de búsqueda de Máximo Payoff (2/2)

[illegible]

Hoja 3: HANDLING2

Matriz de Payoff para la empresa 2 (1/2)

PAYOFF H2	Operaciones	95	95	95	85	85	85	75	75	75	65	65	65	55	55	55	45
Operaciones	Precio	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0
0	0	- 116.714,08 €	6.785,92 €	62.922,29 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
0	80	- 116.714,08 €	6.785,92 €	62.922,29 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
0	220	- 116.714,08 €	6.785,92 €	62.922,29 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
10	0	- 105.598,45 €	- 17.304,08 €	61.895,92 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
10	80	- 116.714,08 €	- 131.998,06 €	61.895,92 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
10	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	51.754,26 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
20	0	- 96.415,98 €	- 17.644,08 €	43.555,92 €	- 76.164,89 €	- 15.226,04 €	45.973,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
20	80	- 116.714,08 €	- 120.519,97 €	43.555,92 €	- 94.086,04 €	- 95.206,11 €	45.973,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
20	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	47.253,89 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	47.330,62 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
30	0	- 88.702,70 €	- 18.754,08 €	25.345,92 €	- 69.541,85 €	- 16.336,04 €	27.763,96 €	- 53.128,88 €	- 19.870,43 €	29.809,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
30	80	- 116.714,08 €	- 110.878,37 €	25.345,92 €	- 94.086,04 €	- 86.927,32 €	27.763,96 €	- 74.380,43 €	- 66.411,10 €	29.809,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
30	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	43.473,58 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	43.214,91 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	31.181,54 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
40	0	- 82.132,13 €	- 19.364,08 €	9.535,92 €	- 63.978,51 €	- 16.946,04 €	11.953,96 €	- 48.508,98 €	- 14.900,43 €	13.999,57 €	- 34.961,15 €	- 12.985,71 €	15.914,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
40	80	- 116.714,08 €	- 102.665,16 €	9.535,92 €	- 94.086,04 €	- 79.973,13 €	11.953,96 €	- 74.380,43 €	- 60.636,22 €	13.999,57 €	- 56.475,71 €	- 43.701,44 €	15.914,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
40	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	40.253,32 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	39.757,72 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	28.470,10 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	17.853,50 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
50	0	- 76.467,84 €	- 21.674,08 €	- 2.534,08 €	- 59.239,36 €	- 17.416,04 €	- 116,04 €	- 44.628,26 €	- 15.370,43 €	1.929,57 €	- 31.921,05 €	- 13.455,71 €	3.844,29 €	- 19.903,23 €	- 9.567,07 €	7.732,93 €	- 23.835,79 €
50	80	- 116.714,08 €	- 95.584,80 €	- 2.534,08 €	- 94.086,04 €	- 74.049,20 €	- 116,04 €	- 74.380,43 €	- 55.785,33 €	1.929,57 €	- 56.475,71 €	- 39.901,32 €	3.844,29 €	- 37.997,07 €	- 24.879,03 €	7.732,93 €	- 23.835,79 €
50	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	37.477,23 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	36.812,71 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	26.192,49 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	16.301,02 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	9.429,97 €	- 23.835,79 €
60	0	- 71.534,43 €	- 22.044,08 €	- 13.944,08 €	- 55.153,88 €	- 19.626,04 €	- 11.526,04 €	- 41.322,46 €	- 17.580,43 €	- 9.480,43 €	- 29.367,37 €	- 15.665,71 €	- 7.565,71 €	- 18.172,51 €	- 11.777,07 €	- 3.677,07 €	- 10.215,34 €
60	80	- 116.714,08 €	- 89.418,04 €	- 13.944,08 €	- 94.086,04 €	- 68.942,36 €	- 11.526,04 €	- 74.380,43 €	- 51.653,08 €	- 9.480,43 €	- 56.475,71 €	- 36.709,21 €	- 7.565,71 €	- 37.997,07 €	- 22.715,64 €	- 3.677,07 €	- 23.835,79 €
60	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	35.059,34 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	34.273,90 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	24.252,31 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	14.996,94 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	8.609,97 €	- 23.835,79 €
70	0	- 67.199,01 €	- 23.654,08 €	- 20.454,08 €	- 51.595,57 €	- 21.236,04 €	- 18.036,04 €	- 38.472,64 €	- 19.190,43 €	- 15.990,43 €	- 27.192,01 €	- 17.275,71 €	- 14.075,71 €	- 16.718,71 €	- 13.387,07 €	- 10.187,07 €	- 9.327,05 €
70	80	- 116.714,08 €	- 83.998,77 €	- 20.454,08 €	- 94.086,04 €	- 64.494,46 €	- 18.036,04 €	- 74.380,43 €	- 48.090,80 €	- 15.990,43 €	- 56.475,71 €	- 33.990,01 €	- 14.075,71 €	- 37.997,07 €	- 20.898,39 €	- 10.187,07 €	- 23.835,79 €
70	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	32.934,53 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	32.062,68 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	22.579,73 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	13.886,05 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	7.921,17 €	- 23.835,79 €
80	0	- 63.359,07 €	- 24.024,08 €	- 22.524,08 €	- 48.468,57 €	- 21.606,04 €	- 20.106,04 €	- 35.990,53 €	- 19.560,43 €	- 18.060,43 €	- 25.316,70 €	- 17.645,71 €	- 16.145,71 €	- 15.480,29 €	- 13.757,07 €	- 12.257,07 €	- 8.580,88 €
80	80	- 116.714,08 €	- 79.198,84 €	- 22.524,08 €	- 94.086,04 €	- 60.585,71 €	- 20.106,04 €	- 74.380,43 €	- 44.988,17 €	- 18.060,43 €	- 56.475,71 €	- 31.645,87 €	- 16.145,71 €	- 37.997,07 €	- 19.350,36 €	- 12.257,07 €	- 23.835,79 €
80	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	31.052,56 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	30.119,49 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	21.122,98 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	12.928,39 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	7.334,42 €	- 23.835,79 €
90	0	- 59.934,25 €	- 24.274,08 €	- 23.774,08 €	- 45.698,93 €	- 21.856,04 €	- 21.356,04 €	- 33.809,29 €	- 19.810,43 €	- 19.310,43 €	- 23.683,36 €	- 17.895,71 €	- 17.395,71 €	- 14.412,68 €	- 14.007,07 €	- 13.507,07 €	- 7.945,26 €
90	80	- 116.714,08 €	- 74.917,82 €	- 23.774,08 €	- 94.086,04 €	- 57.123,67 €	- 21.356,04 €	- 74.380,43 €	- 42.261,61 €	- 19.310,43 €	- 56.475,71 €	- 29.604,20 €	- 17.395,71 €	- 37.997,07 €	- 18.015,85 €	- 13.507,07 €	- 23.835,79 €
90	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	29.374,04 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	28.398,37 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	19.842,80 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	12.094,30 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	6.828,60 €	- 23.835,79 €
95	0	- 58.357,04 €	- 24.334,08 €	- 24.334,08 €	- 44.429,52 €	- 21.916,04 €	- 21.916,04 €	- 32.814,90 €	- 19.870,43 €	- 19.870,43 €	- 22.943,26 €	- 17.955,71 €	- 17.955,71 €	- 13.932,26 €	- 14.067,07 €	- 14.067,07 €	- 7.661,50 €
95	80	- 116.714,08 €	- 72.946,30 €	- 24.334,08 €	- 94.086,04 €	- 55.536,90 €	- 21.916,04 €	- 74.380,43 €	- 41.018,62 €	- 19.870,43 €	- 56.475,71 €	- 28.679,07 €	- 17.955,71 €	- 37.997,07 €	- 17.415,32 €	- 14.067,07 €	- 23.835,79 €
95	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	28.601,04 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	27.609,53 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	19.259,18 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	11.716,36 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	6.600,98 €	- 23.835,79 €

Matriz de Payoff para la empresa 2 (2/2)

[illegible]

Matriz de búsqueda de Máximo Payoff (1/2)

[illegible]

Matriz de búsqueda de Máximo Payoff (2/2)

[illegible]

Hoia 4: NASH

[illegible]

Trabajo de Final de Máster
Máster en Supply Chain, Transport and Mobility

**Desarrollo de un modelo causal para las
operaciones de handling en aeropuertos**

ANEXO

Autor: Borja Vallejo Basualdo
Director/es: Francesc Robusté Antón
César Trapote Barreira
Convocatoria: Septiembre 2016



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



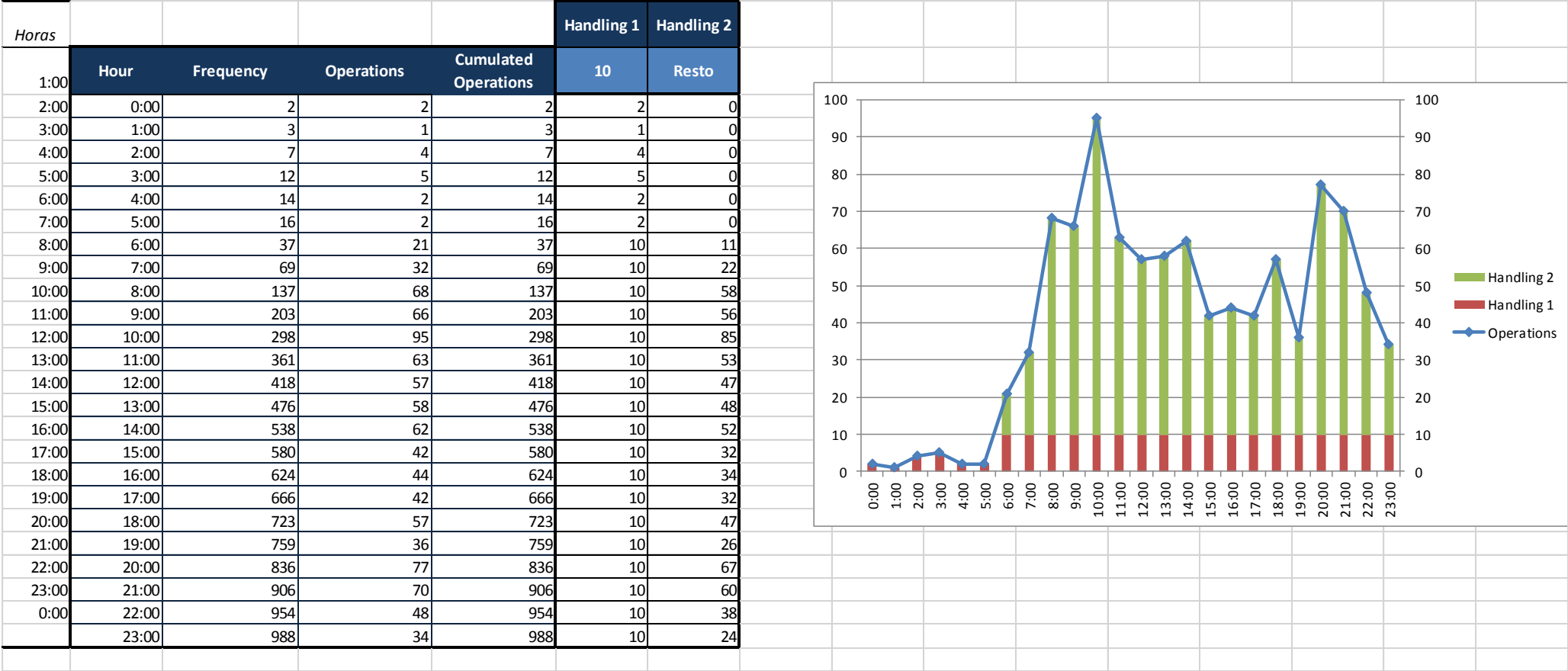
IMÁGENES DE LA COMPOSICIÓN DE LAS HOJAS DE LOS EXCEL DE SIMULACIONES

Hoja 1: FS (1/3)

Programa de Vuelos y análisis

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module	Puerta	Cinta	Español Grande	Handling company
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 737	C	38	1	0	1
Departure	ISF1	ISF1_2	ALC	National	0:48:00	Boeing 737	D	80	1	0	1
Arrival	ILF1	ILF1_14	CWL	International	1:49:00	Boeing 757	A	1	1	0	1
Arrival	ILF1	ILF1_10	LTN	International	2:09:00	Boeing 757	A	2	1	0	1
Arrival	ILF1	ILF1_20	EMA	International	2:14:00	Boeing 757	A	3	2	0	1
Departure	ILF1	ILF1_15	CWL	International	2:47:00	Boeing 757	A	1	1	0	1
Arrival	ILF1	ILF1_12	STN	International	2:57:00	Boeing 757	A	1	1	0	1
Departure	ILF1	ILF1_21	EMA	International	3:02:00	Boeing 757	A	2	2	0	1
Arrival	N4	ILF1_11	LTN	International	3:09:00	Boeing 757	A	4	1	0	1
Departure	ILF1	N4_5	MAD	National	3:23:00	Boeing 717	D	81	1	1	1
Arrival	N4	N4_6	MAD	National	3:50:00	Boeing 717	D	80	1	1	1
Departure	N4	N4_11	MAD	National	3:58:00	Boeing 717	D	82	2	1	1
Departure	ILF1	ILF1_13	STN	International	4:07:00	Boeing 757	A	1	1	0	1
Departure	N4	N4_12	MAD	National	4:41:00	Boeing 717	D	80	1	1	1
Arrival	N4	N4_7	BCN	National	5:16:00	Boeing 717	D	80	1	1	1
Arrival	N4	N4_1	MAD	National	5:42:00	Boeing 717	D	81	1	1	1
Departure	ISF2	ISF2_54	GOT	International	6:09:00	Boeing 737	C	38	1	0	1
Departure	N5	ISF2_11	MAD	National	6:15:00	Boeing 737	D	80	2	1	1
Departure	N5	N4_8	MAH	National	6:20:00	Boeing 737	B	30	1	0	1
Departure	ISF2	ISF2_44	BCN	National	6:21:00	Boeing 737	D	81	3	1	1
Departure	ISF2	N5_8	BCN	National	6:28:00	Boeing 717	D	83	2	1	1
Departure	N4	N5_2	MAD	National	6:32:00	Boeing 717	D	84	1	1	1
Departure	ISF2	ISF2_25	MAN	International	6:35:00	Boeing 737	A	3	3	0	1
Departure	ISF3	ISF3_124	HAI	International	6:47:00	Boeing 737	C	39	1	0	1
Departure	ISF2	ISF3_151	FRA	International	6:47:00	Boeing 737	C	40	2	0	1
Arrival	ISF3	ISF7_9	HAI	International	6:52:00	Boeing 737	C	38	3	0	1
Arrival	ISF4	ISF4_38	FRA	International	6:53:00	Boeing 737	C	41	4	0	2
Departure	ISF2	N4_2	IBZ	National	6:53:00	Boeing 737	B	31	5	0	2
Arrival	ISF5	ISF5_10	FRA	International	6:54:00	Boeing 737	C	42	6	0	2

Histograma de vuelos horas según operaciones en hora punta asumidas por empresa 1 y gráfico de operaciones asumidas por cada empresa



Hoja 2: PAX

Hoja con los tiempos de viaje de los pasajeros de las puertas de embarque al punto de recogida de maletas en el aeropuerto de estudio

N	O	P	Q	S	T	U	V	X	Y	Z	AA	AC	AD	AE	AF
Modulo A Puerta	F/S	Planta	tiempo + puerta	Modulo B Puerta	F/S	Planta	tiempo + puerta	Modulo C Puerta	F/S	Planta	tiempo + puerta	Modulo D Puerta	F/S	Planta	tiempo + puerta
1	S	0	0:08:36	30	S	0	0:04:00	38	S	1	0:05:33	80	G	1	0:05:03
2	S	0	0:08:36	31	S	0	0:03:43	39	S	1	0:05:33	81	S	1	0:05:03
3	S	0	0:08:23	32	S	0	0:03:43	40	S	1	0:05:53	82	G	1	0:05:43
4	S	0	0:08:23	33	S	0	0:04:13	41	S	1	0:05:53	83	S	1	0:05:43
5	S	0	0:08:13	34	S	0	0:04:03	42	S	1	0:06:13	84	G	1	0:06:23
6	S	0	0:08:13	35	S	0	0:03:50	43	S	1	0:06:13	86	G	1	0:07:13
9	G	1	0:08:30	36	S	0	0:03:43	44	S	1	0:06:33	87	S	1	0:07:13
10	G	1	0:08:30	37	S	0	0:03:53	45	S	1	0:06:33	88	G	1	0:07:13
11	G	1	0:08:30					46	S	1	0:07:00	89	S	1	0:07:13
12	G	1	0:07:47					48	S	1	0:07:20	90	G	1	0:07:47
13	G	1	0:07:47					50	G	1	0:07:47	91	S	1	0:07:47
14	G	1	0:07:13					52	G	1	0:08:33	92	G	1	0:08:20
16	G	1	0:06:23					54	G	1	0:09:20	93	S	1	0:08:20
17	G	1	0:06:23					55	S	1	0:09:20	94	G	1	0:08:53
18	G	1	0:06:13					56	G	1	0:10:07	95	S	1	0:08:53
19	G	1	0:06:13					57	S	1	0:10:07	96	G	1	0:09:27
20	G	1	0:05:57					58	G	1	0:10:53	97	S	1	0:09:27
21	G	1	0:05:57					59	S	1	0:10:53	98	G	1	0:10:00
22	G	1	0:05:57					60	G	1	0:09:20	99	S	1	0:10:00
23	S	0	0:07:40					61	S	1	0:09:20				
24	S	0	0:07:40					62	G	1	0:08:47				
25	S	0	0:07:53					63	S	1	0:08:47				
26	S	0	0:07:53					64	G	1	0:08:13				
27	S	0	0:08:03					65	S	1	0:08:13				
28	S	0	0:08:03					66	G	1	0:07:40				
								67	S	1	0:07:40				
								68	G	1	0:07:07				
								69	S	1	0:07:53				
								71	S	1	0:04:33				
								72	S	1	0:04:33				
								73	S	1	0:04:33				

Hoja 3: MALETAS

Hoja con los tiempos de viaje de los equipo de las puertas de embarque al punto H de concentración de equipos

Modulo A Puerta	F/S	Planta	Tiempo a H	Modulo B Puerta	F/S	Planta	Tiempo a H	Modulo C Puerta	F/S	Planta	Tiempo a H	Modulo D Puerta	F/S	Planta	Tiempo a H
1	S	0	0:01:14	30	S	0	0:00:17	38	S	1	0:00:40	80	G	1	0:00:38
2	S	0	0:01:14	31	S	0	0:00:16	39	S	1	0:00:40	81	S	1	0:00:38
3	S	0	0:01:12	32	S	0	0:00:16	40	S	1	0:00:43	82	G	1	0:00:43
4	S	0	0:01:12	33	S	0	0:00:18	41	S	1	0:00:43	83	S	1	0:00:43
5	S	0	0:01:11	34	S	0	0:00:17	42	S	1	0:00:45	84	G	1	0:00:48
6	S	0	0:01:11	35	S	0	0:00:16	43	S	1	0:00:45	86	G	1	0:00:54
9	G	1	0:01:14	36	S	0	0:00:16	44	S	1	0:00:48	87	S	1	0:00:54
10	G	1	0:01:14	37	S	0	0:00:16	45	S	1	0:00:48	88	G	1	0:00:54
11	G	1	0:01:14					46	S	1	0:00:51	89	S	1	0:00:54
12	G	1	0:01:08					48	S	1	0:00:53	90	G	1	0:00:58
13	G	1	0:01:08					50	G	1	0:00:57	91	S	1	0:00:58
14	G	1	0:01:03					52	G	1	0:01:02	92	G	1	0:01:02
16	G	1	0:00:56					54	G	1	0:01:08	93	S	1	0:01:02
17	G	1	0:00:56					55	S	1	0:01:08	94	G	1	0:01:06
18	G	1	0:00:54					56	G	1	0:01:14	95	S	1	0:01:06
19	G	1	0:00:54					57	S	1	0:01:14	96	G	1	0:01:10
20	G	1	0:00:52					58	G	1	0:01:19	97	S	1	0:01:10
21	G	1	0:00:52					59	S	1	0:01:19	98	G	1	0:01:14
22	G	1	0:00:52					60	G	1	0:01:08	99	S	1	0:01:14
23	S	0	0:01:14					61	S	1	0:01:08				
24	S	0	0:01:14					62	G	1	0:01:04				
25	S	0	0:01:17					63	S	1	0:01:04				
26	S	0	0:01:17					64	G	1	0:01:00				
27	S	0	0:01:18					65	S	1	0:01:00				
28	S	0	0:01:18					66	G	1	0:00:56				
								67	S	1	0:00:56				
								68	G	1	0:00:52				
								69	S	1	0:00:57				
								71	S	1	0:00:33				
								72	S	1	0:00:33				
								73	S	1	0:00:33				

Hoja con los tiempos de viaje de los equipo del punto H de concentración de equipos a las distintas cintas

A 1-5	B 6-10	C 11-16	desde H
0:02:00	0:01:00	0:02:00	

Hoja 4: HANDLING1 (la hoja 5 es igual para la empresa 2) (1/3)

Hoja de asignación de recursos a empresa de handling

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module	Puerta	Cinta	Español Grande	Handling company
Arrival	ISF13	ISF3_54	VLC	National	23:16:00	Boeing 737	B	33	2	0	1
Resource	Start time	Finish time									

Tabla de recursos con los tiempos de finalización de su última actividad

Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time	Resource	Finish time
Personnel3_1	23:26:12	Personnel4_1	21:50:00	Wagon2_1	23:27:06	Wagon4_1	21:43:26	Coach2_1	23:27:06	Coach3_1	19:16:26
Personnel3_2	23:28:33	Personnel4_2	20:56:00	Wagon2_2	23:29:17	Wagon4_2	19:36:43	Coach2_2	23:29:17	Coach3_2	19:36:43
Personnel3_3	23:31:34	Personnel4_3	19:40:49	Wagon2_3	23:33:14	Wagon4_3	19:41:54	Coach2_3	23:33:17	Coach3_3	19:49:45
Personnel3_4	23:32:29	Personnel4_4	19:48:31	Wagon2_4	23:33:17	Wagon4_4	19:49:45	Coach2_4	23:35:58		
Personnel3_5	23:33:47	Personnel4_5	9:53:00	Wagon2_5	23:34:54			Coach2_5	23:38:18		
Personnel3_6	23:34:56			Wagon2_6	23:35:58			Coach2_6	13:35:33		
Personnel3_7	23:36:29			Wagon2_7	23:36:14			Coach2_7	10:29:47		
Personnel3_8	23:36:35			Wagon2_8	23:38:18						

Hoja 4: HANDLING1 (la hoja 5 es igual para la empresa 2) (2/3)

Tabla de registro histórico de asignación de recursos y operaciones

Operation	Company	Flight	Origin/Destination	National / International	Estimated Time	Avión	Module	Puerta	Cinta	Español Grande	Handling company	Resource
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Personnel3_1
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Wagon2_1
Arrival	ISF1	ISF1_1	KEF	International	0:02:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Coach2_1
Departure	ISF1	ISF1_2	ALC	National	0:48:00	Boeing 73 D		80	1	0	1	Personnel3_1
Departure	ISF1	ISF1_2	ALC	National	0:48:00	Boeing 73 D		80	1	0	1	Wagon2_1
Arrival	ILF1	ILF1_14	CWL	International	1:49:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Personnel4_1
Arrival	ILF1	ILF1_14	CWL	International	1:49:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Wagon4_1
Arrival	ILF1	ILF1_14	CWL	International	1:49:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Coach3_1
Arrival	ILF1	ILF1_10	LTN	International	2:09:00	Boeing 75 A		2	1	0	1	Personnel4_2
Arrival	ILF1	ILF1_10	LTN	International	2:09:00	Boeing 75 A		2	1	0	1	Wagon4_2
Arrival	ILF1	ILF1_10	LTN	International	2:09:00	Boeing 75 A		2	1	0	1	Coach3_2
Arrival	ILF1	ILF1_20	EMA	International	2:14:00	Boeing 75 A		3	2	0	1	Personnel4_3
Arrival	ILF1	ILF1_20	EMA	International	2:14:00	Boeing 75 A		3	2	0	1	Wagon4_3
Arrival	ILF1	ILF1_20	EMA	International	2:14:00	Boeing 75 A		3	2	0	1	Coach3_3
Departure	ILF1	ILF1_15	CWL	International	2:47:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Personnel4_1
Departure	ILF1	ILF1_15	CWL	International	2:47:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Wagon4_1
Departure	ILF1	ILF1_15	CWL	International	2:47:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Coach3_1
Arrival	ILF1	ILF1_12	STN	International	2:57:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Personnel4_1
Arrival	ILF1	ILF1_12	STN	International	2:57:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Wagon4_1
Arrival	ILF1	ILF1_12	STN	International	2:57:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Coach3_1
Departure	ILF1	ILF1_21	EMA	International	3:02:00	Boeing 75 A		2	2	0	1	Personnel4_2
Departure	ILF1	ILF1_21	EMA	International	3:02:00	Boeing 75 A		2	2	0	1	Wagon4_2
Departure	ILF1	ILF1_21	EMA	International	3:02:00	Boeing 75 A		2	2	0	1	Coach3_2
Arrival	N4	ILF1_11	LTN	International	3:09:00	Boeing 75 A		4	1	0	1	Personnel4_2
Arrival	N4	ILF1_11	LTN	International	3:09:00	Boeing 75 A		4	1	0	1	Wagon4_2
Arrival	N4	ILF1_11	LTN	International	3:09:00	Boeing 75 A		4	1	0	1	Coach3_2
Departure	ILF1	N4_5	MAD	National	3:23:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Personnel3_1
Departure	ILF1	N4_5	MAD	National	3:23:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Wagon2_1
Departure	ILF1	N4_5	MAD	National	3:23:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Coach2_1
Arrival	N4	N4_6	MAD	National	3:50:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Personnel3_1
Arrival	N4	N4_6	MAD	National	3:50:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Wagon2_1
Departure	N4	N4_11	MAD	National	3:58:00	Boeing 71 D		82	2	1	1	Personnel3_2
Departure	N4	N4_11	MAD	National	3:58:00	Boeing 71 D		82	2	1	1	Wagon2_2
Departure	ILF1	ILF1_13	STN	International	4:07:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Personnel4_1
Departure	ILF1	ILF1_13	STN	International	4:07:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Wagon4_1
Departure	ILF1	ILF1_13	STN	International	4:07:00	Boeing 75 A		1	1	0	1	Coach3_1
Departure	N4	N4_12	MAD	National	4:41:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Personnel3_1
Departure	N4	N4_12	MAD	National	4:41:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Wagon2_1
Arrival	N4	N4_7	BCN	National	5:16:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Personnel3_1
Arrival	N4	N4_7	BCN	National	5:16:00	Boeing 71 D		80	1	1	1	Wagon2_1
Arrival	N4	N4_1	MAD	National	5:42:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Personnel3_2
Arrival	N4	N4_1	MAD	National	5:42:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Wagon2_2
Arrival	N4	N4_1	MAD	National	5:42:00	Boeing 71 D		81	1	1	1	Coach2_1
Departure	ISF2	ISF2_54	GOT	International	6:09:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Personnel3_1
Departure	ISF2	ISF2_54	GOT	International	6:09:00	Boeing 73 C		38	1	0	1	Wagon2_1

Hoja 4: HANDLING1 (la hoja 5 es igual para la empresa 2) (3/3)

Tabla de contabilización de recursos y número de veces que han sido empleados a lo largo del día de estudio

Resource #		Resource #		Resource #		Resource #		Resource #		Resource #	
Personnel3_	47	Personnel4_	21	Wagon2_1	46	Wagon4_1	27	Coach2_1	41	Coach3_1	20
Personnel3_	29	Personnel4_	11	Wagon2_2	31	Wagon4_2	8	Coach2_2	26	Coach3_2	5
Personnel3_	27	Personnel4_	5	Wagon2_3	29	Wagon4_3	3	Coach2_3	20	Coach3_3	3
Personnel3_	19	Personnel4_	2	Wagon2_4	19	Wagon4_4	2	Coach2_4	12	Coach3_4	0
Personnel3_	18	Personnel4_	1	Wagon2_5	16	Wagon4_5	0	Coach2_5	7	Coach3_5	0
Personnel3_	8	Personnel4_	0	Wagon2_6	7	Wagon4_6	0	Coach2_6	1	Coach3_6	0
Personnel3_	5	Personnel4_	0	Wagon2_7	5	Wagon4_7	0	Coach2_7	1	Coach3_7	0

Tabla de costes fijo y variables asociados a cada recurso, y costes totales

Coste Fijo Recurso	Coste Fijo Recurso	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	Coste Fijo Recurso	Coste Variable	TOTAL	Cf	Cv
Personnel3	Personnel4	Wagon2	Wagon2	Wagon4	Wagon4	Coach 2	Coach 2	Coach 3	Coach 3			
187,5	250,0	56,6	40,0	113,2	40,0	456,6	50,0	684,9	50,0			
4.687,50 €	2.750,00 €	1.358,90 €	36.000,00 €	1.019,18 €	5.120,00 €	8.675,80 €	26.900,00 €	3.424,66 €	4.150,00 €	94.086,04 €	21.916,04 €	72.170,00 €

IMÁGENES DE LA COMPOSICIÓN DE LAS HOJAS DEL EXCEL DEL ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD

Hoja 1: ESTADOS EMPRESAS

ESTADOS DE CUENTAS PARA EMPRESAS DE HANDLING SEGÚN LOS DISTINTOS ESCENARIOS

INGRESOS HANDLING 1		Precios/operación		
		0	80	220
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	10	-	15.680,00	43.120,00
	20	-	37.600,00	75.200,00
	30	-	54.700,00	109.400,00
	40	-	69.900,00	139.800,00
	50	-	81.500,00	163.000,00
	60	-	90.700,00	181.400,00
	70	-	95.600,00	191.200,00
	80	-	97.300,00	194.600,00
	90	-	98.300,00	196.600,00
	95	-	98.800,00	197.600,00

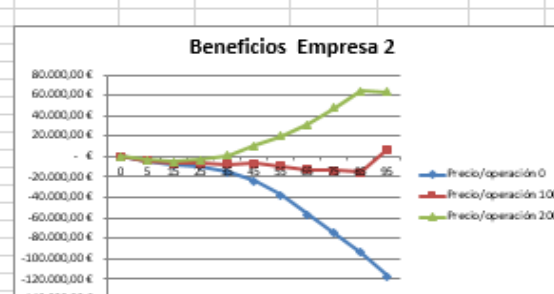
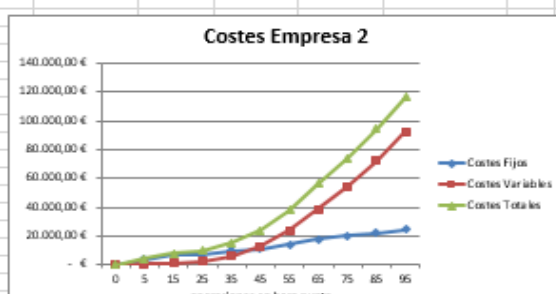
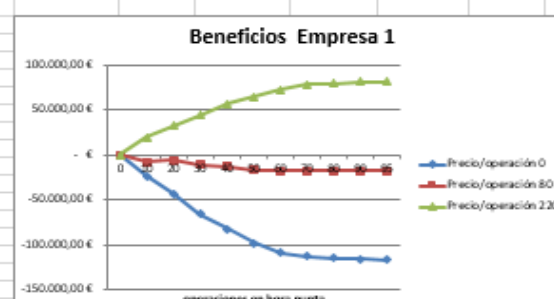
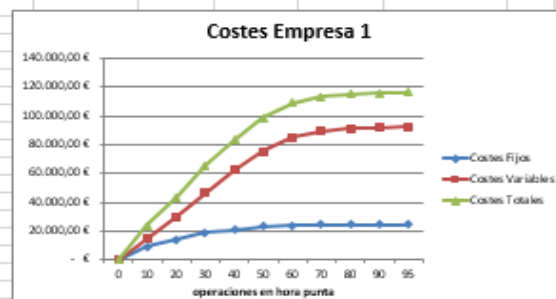
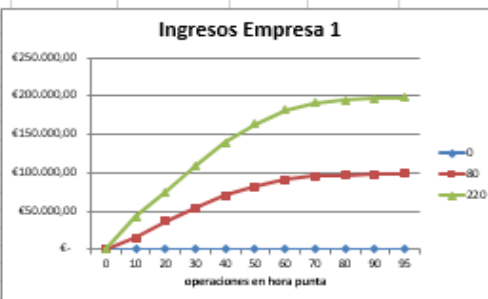
COSTES TOTALES HANDLING 1		Cartera		
		Fijas	Variables	Total
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	10	8.907,08	14.640,00	23.547,08
	20	13.978,82	29.740,00	43.718,82
	30	18.999,09	46.800,00	65.799,09
	40	20.519,69	62.680,00	83.199,69
	50	23.232,59	75.120,00	98.352,59
	60	23.845,83	85.150,00	108.995,83
	70	24.220,83	89.210,00	113.430,83
	80	24.220,83	91.070,00	115.290,83
	90	24.220,83	91.740,00	115.960,83
	95	24.334,08	92.380,00	116.714,08

BENEFICIOS HANDLING 1		Precios/operación		
		0	80	220
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	10	-	23.547,08	19.572,92
	20	-	43.718,82	31.481,18
	30	-	65.799,09	43.600,91
	40	-	83.199,69	56.600,31
	50	-	98.352,59	64.647,41
	60	-	108.995,83	72.404,17
	70	-	113.430,83	77.769,17
	80	-	115.290,83	79.309,17
	90	-	115.960,83	80.639,17
	95	-	116.714,08	80.885,92

INGRESOS HANDLING 2		Precios/operación		
		0	100	200
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	5	-	500,00	1.000,00
	15	-	1.500,00	3.000,00
	25	-	3.200,00	6.400,00
	35	-	8.100,00	16.200,00
	45	-	17.300,00	34.600,00
	55	-	28.900,00	57.800,00
	65	-	44.100,00	88.200,00
	75	-	61.200,00	122.400,00
	85	-	79.200,00	158.400,00
	95	-	123.500,00	179.636,36

COSTES TOTALES HANDLING 2		Cartera		
		Fijas	Variables	Total
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	5	3.711,07	440,00	4.151,07
	15	6.773,97	1.190,00	7.963,97
	25	7.018,09	2.520,00	9.538,09
	35	9.515,18	5.810,00	15.325,18
	45	11.035,79	12.800,00	23.835,79
	55	14.067,07	23.930,00	37.997,07
	65	17.955,71	38.520,00	56.475,71
	75	19.870,43	54.510,00	74.380,43
	85	21.916,04	72.170,00	94.086,04
	95	24.334,08	92.380,00	116.714,08

BENEFICIOS HANDLING 2		Precios/operación		
		0	100	200
operaciones en hora punta	0	-	-	-
	5	-	4.151,07	3.151,07
	15	-	7.963,97	4.963,97
	25	-	9.538,09	3.138,09
	35	-	15.325,18	874,82
	45	-	23.835,79	10.764,21
	55	-	37.997,07	19.802,93
	65	-	56.475,71	31.724,29
	75	-	74.380,43	48.019,57
	85	-	94.086,04	64.313,96
	95	-	116.714,08	62.922,29



Hoja 2: HANDLING1

Matriz de Payoff para la empresa 1 (1/2)

OFF H1 Operaciones		95	95	95	85	85	85	75	75	75	65	65	65	55	55	55	45
Operaciones Precio		0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	- 2.242,58 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €	- 23.547,08 €
10	80	- 8.907,08 €	- 599,40 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €
10	220	- 8.907,08 €	- 8.907,08 €	- 2.050,50 €	- 7.867,08 €	- 7.867,08 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €	- 19.572,92 €
20	0	- 7.603,27 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 8.327,40 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €	- 43.718,82 €
20	80	- 13.978,82 €	- 851,31 €	- 6.118,82 €	- 12.938,82 €	- 932,39 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €	- 6.118,82 €
20	220	- 13.978,82 €	- 13.978,82 €	- 6.022,49 €	- 14.501,18 €	- 14.501,18 €	- 6.596,06 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €	- 31.481,18 €
30	0	- 15.791,78 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 17.164,98 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 18.799,74 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €	- 65.799,09 €
30	80	- 18.999,09 €	- 2.131,02 €	- 11.099,09 €	- 17.959,09 €	- 2.316,33 €	- 11.099,09 €	- 2.536,93 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €	- 11.099,09 €
30	220	- 18.999,09 €	- 18.999,09 €	- 11.510,64 €	- 9.480,91 €	- 9.480,91 €	- 12.511,57 €	- 26.460,91 €	- 26.460,91 €	- 13.703,14 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €	- 43.600,91 €
40	0	- 24.651,76 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 26.623,90 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 28.939,02 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 31.695,12 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €	- 83.199,69 €
40	80	- 20.519,69 €	- 3.152,52 €	- 13.299,69 €	- 19.479,69 €	- 3.404,72 €	- 13.299,69 €	- 12.659,69 €	- 3.700,78 €	- 13.299,69 €	- 31.618,78 €	- 4.053,24 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €	- 13.299,69 €
40	220	- 20.519,69 €	- 20.519,69 €	- 18.447,51 €	- 7.960,31 €	- 7.960,31 €	- 19.923,31 €	- 24.940,31 €	- 24.940,31 €	- 21.655,77 €	- 23.081,22 €	- 23.081,22 €	- 56.600,31 €	- 56.600,31 €	- 56.600,31 €	- 56.600,31 €	- 56.600,31 €
50	0	- 29.141,51 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 36.426,89 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 39.341,04 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 42.762,00 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 46.834,57 €	- 98.352,59 €	- 98.352,59 €	- 98.352

Matriz de Payoff para la empresa 1 (2/2)

[illegible]

Matriz de búsqueda de Máximo Payoff (1/2)

[illegible]

Matriz de búsqueda de Máximo Payoff (2/2)

[illegible]

Hoja 3: HANDLING2

Matriz de Payoff para la empresa 2 (1/2)

PAYOFF H2	Operaciones	95	95	95	85	85	85	75	75	75	65	65	65	55	55	55	45
Operaciones	Precio	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0	100	200	0
0	0	- 116.714,08 €	6.785,92 €	62.922,29 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
0	80	- 116.714,08 €	6.785,92 €	62.922,29 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
0	220	- 116.714,08 €	6.785,92 €	62.922,29 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
10	0	- 105.598,45 €	- 17.304,08 €	61.895,92 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
10	80	- 116.714,08 €	- 131.998,06 €	61.895,92 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
10	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	51.754,26 €	- 94.086,04 €	- 14.886,04 €	64.313,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
20	0	- 96.415,98 €	- 17.644,08 €	43.555,92 €	- 76.164,89 €	- 15.226,04 €	45.973,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
20	80	- 116.714,08 €	- 120.519,97 €	43.555,92 €	- 94.086,04 €	- 95.206,11 €	45.973,96 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
20	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	47.253,89 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	47.330,62 €	- 74.380,43 €	- 13.180,43 €	48.019,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
30	0	- 88.702,70 €	- 18.754,08 €	25.345,92 €	- 69.541,85 €	- 16.336,04 €	27.763,96 €	- 53.128,88 €	- 19.870,43 €	29.809,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
30	80	- 116.714,08 €	- 110.878,37 €	25.345,92 €	- 94.086,04 €	- 86.927,32 €	27.763,96 €	- 74.380,43 €	- 66.411,10 €	29.809,57 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
30	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	43.473,58 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	43.214,91 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	31.181,54 €	- 56.475,71 €	- 12.375,71 €	31.724,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
40	0	- 82.132,13 €	- 19.364,08 €	9.535,92 €	- 63.978,51 €	- 16.946,04 €	11.953,96 €	- 48.508,98 €	- 14.900,43 €	13.999,57 €	- 34.961,15 €	- 12.985,71 €	15.914,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
40	80	- 116.714,08 €	- 102.665,16 €	9.535,92 €	- 94.086,04 €	- 79.973,13 €	11.953,96 €	- 74.380,43 €	- 60.636,22 €	13.999,57 €	- 56.475,71 €	- 43.701,44 €	15.914,29 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
40	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	40.253,32 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	39.757,72 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	28.470,10 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	17.853,50 €	- 37.997,07 €	- 9.097,07 €	19.802,93 €	- 23.835,79 €
50	0	- 76.467,84 €	- 21.674,08 €	- 2.534,08 €	- 59.239,36 €	- 17.416,04 €	- 116,04 €	- 44.628,26 €	- 15.370,43 €	1.929,57 €	- 31.921,05 €	- 13.455,71 €	3.844,29 €	- 19.903,23 €	- 9.567,07 €	7.732,93 €	- 23.835,79 €
50	80	- 116.714,08 €	- 95.584,80 €	- 2.534,08 €	- 94.086,04 €	- 74.049,20 €	- 116,04 €	- 74.380,43 €	- 55.785,33 €	1.929,57 €	- 56.475,71 €	- 39.901,32 €	3.844,29 €	- 37.997,07 €	- 24.879,03 €	7.732,93 €	- 23.835,79 €
50	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	37.477,23 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	36.812,71 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	26.192,49 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	16.301,02 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	9.429,97 €	- 23.835,79 €
60	0	- 71.534,43 €	- 22.044,08 €	- 13.944,08 €	- 55.153,88 €	- 19.626,04 €	- 11.526,04 €	- 41.322,46 €	- 17.580,43 €	- 9.480,43 €	- 29.367,37 €	- 15.665,71 €	- 7.565,71 €	- 18.172,51 €	- 11.777,07 €	- 3.677,07 €	- 10.215,34 €
60	80	- 116.714,08 €	- 89.418,04 €	- 13.944,08 €	- 94.086,04 €	- 68.942,36 €	- 11.526,04 €	- 74.380,43 €	- 51.653,08 €	- 9.480,43 €	- 56.475,71 €	- 36.709,21 €	- 7.565,71 €	- 37.997,07 €	- 22.715,64 €	- 3.677,07 €	- 23.835,79 €
60	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	35.059,34 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	34.273,90 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	24.252,31 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	14.996,94 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	8.609,97 €	- 23.835,79 €
70	0	- 67.199,01 €	- 23.654,08 €	- 20.454,08 €	- 51.595,57 €	- 21.236,04 €	- 18.036,04 €	- 38.472,64 €	- 19.190,43 €	- 15.990,43 €	- 27.192,01 €	- 17.275,71 €	- 14.075,71 €	- 16.718,71 €	- 13.387,07 €	- 10.187,07 €	- 9.327,05 €
70	80	- 116.714,08 €	- 83.998,77 €	- 20.454,08 €	- 94.086,04 €	- 64.494,46 €	- 18.036,04 €	- 74.380,43 €	- 48.090,80 €	- 15.990,43 €	- 56.475,71 €	- 33.990,01 €	- 14.075,71 €	- 37.997,07 €	- 20.898,39 €	- 10.187,07 €	- 23.835,79 €
70	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	32.934,53 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	32.062,68 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	22.579,73 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	13.886,05 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	7.921,17 €	- 23.835,79 €
80	0	- 63.359,07 €	- 24.024,08 €	- 22.524,08 €	- 48.468,57 €	- 21.606,04 €	- 20.106,04 €	- 35.990,53 €	- 19.560,43 €	- 18.060,43 €	- 25.316,70 €	- 17.645,71 €	- 16.145,71 €	- 15.480,29 €	- 13.757,07 €	- 12.257,07 €	- 8.580,88 €
80	80	- 116.714,08 €	- 79.198,84 €	- 22.524,08 €	- 94.086,04 €	- 60.585,71 €	- 20.106,04 €	- 74.380,43 €	- 44.988,17 €	- 18.060,43 €	- 56.475,71 €	- 31.645,87 €	- 16.145,71 €	- 37.997,07 €	- 19.350,36 €	- 12.257,07 €	- 23.835,79 €
80	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	31.052,56 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	30.119,49 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	21.122,98 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	12.928,39 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	7.334,42 €	- 23.835,79 €
90	0	- 59.934,25 €	- 24.274,08 €	- 23.774,08 €	- 45.698,93 €	- 21.856,04 €	- 21.356,04 €	- 33.809,29 €	- 19.810,43 €	- 19.310,43 €	- 23.683,36 €	- 17.895,71 €	- 17.395,71 €	- 14.412,68 €	- 14.007,07 €	- 13.507,07 €	- 7.945,26 €
90	80	- 116.714,08 €	- 74.917,82 €	- 23.774,08 €	- 94.086,04 €	- 57.123,67 €	- 21.356,04 €	- 74.380,43 €	- 42.261,61 €	- 19.310,43 €	- 56.475,71 €	- 29.604,20 €	- 17.395,71 €	- 37.997,07 €	- 18.015,85 €	- 13.507,07 €	- 23.835,79 €
90	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	29.374,04 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	28.398,37 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	19.842,80 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	12.094,30 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	6.828,60 €	- 23.835,79 €
95	0	- 58.357,04 €	- 24.334,08 €	- 24.334,08 €	- 44.429,52 €	- 21.916,04 €	- 21.916,04 €	- 32.814,90 €	- 19.870,43 €	- 19.870,43 €	- 22.943,26 €	- 17.955,71 €	- 17.955,71 €	- 13.932,26 €	- 14.067,07 €	- 14.067,07 €	- 7.661,50 €
95	80	- 116.714,08 €	- 72.946,30 €	- 24.334,08 €	- 94.086,04 €	- 55.536,90 €	- 21.916,04 €	- 74.380,43 €	- 41.018,62 €	- 19.870,43 €	- 56.475,71 €	- 28.679,07 €	- 17.955,71 €	- 37.997,07 €	- 17.415,32 €	- 14.067,07 €	- 23.835,79 €
95	220	- 116.714,08 €	- 116.714,08 €	28.601,04 €	- 94.086,04 €	- 94.086,04 €	27.609,53 €	- 74.380,43 €	- 74.380,43 €	19.259,18 €	- 56.475,71 €	- 56.475,71 €	11.716,36 €	- 37.997,07 €	- 37.997,07 €	6.600,98 €	- 23.835,79 €

Matriz de Payoff para la empresa 2 (2/2)

[illegible]

Matriz de búsqueda de Máximo Payoff (1/2)

[illegible]

Matriz de búsqueda de Máximo Payoff (2/2)

[illegible]

Hoia 4: NASH

[illegible]